QK
1
G282
BOT

ISSN 0016-5301

# GAYANA BOTANICA®

VOLUMEN 58 NUMERO 2 2001

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD BOTANICA DE CHILE

*GAYANA BOTANICA*
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRAFICAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CHILE

Gayana Botánica, dedicada al naturalista francés Claudio Gay (1800-1873), es una revista que publica resultados de investigaciones originales en las áreas de la botánica. Su aparición es periódica, de un volumen anual compuesto por dos números. La revista recibe trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, elaborados según las normas establecidas para los autores. La recepción es permanente. Acepta trabajos escritos en español e inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al editor. Gayana Botánica recibe, además, libros para ser comentados y publica sin costo, luego de ser aceptados por el Comité Editor, comentarios de libros, comunicaciones de eventos científicos y obituarios.

DIRECTOR DE LA REVISTA
Andrés O. Angulo

REEMPLAZANTE DEL DIRECTOR
Oscar Matthei J.

REPRESENTANTE LEGAL
Sergio Lavanchy Merino

PROPIETARIO
Universidad de Concepción

DOMICILIO LEGAL
Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile

Para las instrucciones a los autores ver reglamento en última página.

Acredited with the International Association for Plant Taxonomy for the porpouse of registration of new names of vascular plant and fungi.

Indexada en: Biological Abstracts (BIOSIS, Philadelphia); CSA Biological Science (Cambridge Scientific Abstract); Kew Records (London); Botanico-Periodicum-Huntianum (Pittsburgh); Index to American Botanical Literature (Brittonia, New York); Ulrich's International Periodicals Directory (New Jersey).

Biblioteca virtual Scielo (Scientific Library on Line): http://www.scielo.cl

Subscripción anual: US$ 20.00 (dos números al año).

Homepage: http://www.udec.cl/-natur1/botanica/gayana/gayanbot.html

Diseño y Diagramación
Ximena Tapia Muñoz

**Editor Jefe**
Roberto Rodríguez Ríos
Universidad de Concepción
Casilla 160 - C
Concepción, Chile
E-mail: rrodrigu@udec.cl

**Editor Ejecutivo**
Carlos M. Baeza Perry

SMITHSONIAN
SEP 13 2002
LIBRARIES

**Comité Editorial**

MIREN ALBERDI
Universidad Austral de Chile

GREGORY ANDERSON
University of Connecticut

SERGIO AVARIA
Universidad de Valparaíso

CARLOS BICUDO
Instituto de Botánica Sao Paulo

LUIS CORCUERA
Universidad de Concepción

JORGE CRISCI
Universidad de La Plata

DANIEL CRAWFORD
University of Montana

MARIELA GONZÁLEZ
Universidad de Concepción

JULIO GUTIÉRREZ
Universidad de La Serena

JÜRKE GRAU
Ludwig-Maximilians Universität München

MARY T. KALIN ARROYO
Universidad de Chile

GINÉS LÓPEZ
Real Jardín Botánico de Madrid

CHRISTOPHER LUSK
Universidad de Concepción

CLODOMIRO MARTICORENA
Universidad de Concepción

GLORIA MONTENEGRO
Universidad Católica de Chile

CARLOS RAMÍREZ
Universidad Austral de Chile

PATRICIO RIVERA
Universidad de Concepción

CLAUDE SASTRE
Museum National d'Histoire Naturelle Paris

FRANCISCO SQUEO
Universidad de La Serena

TOD F. STUESSY
Institut für Botanik der Universität Wien

CHARLOTTE TAYLOR
Missouri Botanical Garden

GUILLERMO TELL
Universidad de Buenos Aires

CAROLINA VILLAGRÁN
Universidad de Chile

ISSN 0016-5301

# GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 58 NUMERO 2 2001

## CONTENTS

### ARTICLES

**Mercado, M. L.** New algae records (Chlorophyceae and Bacillariophyceae classes) from six pampean lotic systems of Argentina ..... 103

**Badano, E. & B. O. Schlumpberger.** Breeding system and estimation of the pollination efficiency on *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) in two populations from northwest Argentina ..... 115

**Martínez, A. E.; V. M. Chiocchio & A. M. Godeas.** Cellulolytic hyphomycetes on soil of *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego ..... 123

**Baeza, C. M.; G. Kottirsch, J. Espejo & R. Reinoso.** Chromosomes report from plants are growing in Chile. I. ..... 133

**Le-Quesne, C. & L. Sandoval.** New southern limit for *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser 139

**Venedikian, N.; S. M. Bonaventura & A. M. Godeas.** Studies of the fungal communities of the phyllosphere of *Pinus taeda* L. (Pinaceae) I. Seasonal variation ..... 143

**Grosso, M. & T. Kraus.** Growth form and adaptive characters of *Dolichandra cynanchoides* Cham. (Bignoniaceae) ..... 153

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

ISSN 0016-5301

# GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 58 NUMERO 2 2001

## CONTENIDO

### ARTICULOS

**Mercado, M. L.** Nuevos registros de algas (clases Chlorophyceae y Bacillariophyceae) de seis sistemas lóticos pampeanos de argentina ..... 103

**Badano, E. & B. O. Schlumpberger.** Sistema de cruzamiento y estimaciones en la eficiencia de polinización sobre *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en dos poblaciones del noroeste Argentino ..... 115

**Martínez, A. E., V. M. Chiocchio & A. M. Godeas.** Hyphomycetes celulolíticos en suelos de bosques de *Nothofagus,* Tierra del Fuego ..... 123

**Baeza, C. M.; G. Kottirsch, J. Espejo & R. Reinoso.** Recuentos cromosómicos en plantas que crecen en Chile. I. ..... 133

**Le-Quesne, C. & L. Sandoval.** Extensión del límite sur para *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser ..... 139

**Venedikian, N.; S. M. Bonaventura & A. M. Godeas.** Estudio de las comunidades fúngicas de la filosfera de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) I. Variación estacional ..... 143

**Grosso, M. & T. Kraus.** Forma de crecimiento y caracteres adaptativos de *Dolichandra cynanchoides* Cham. (Bignoniaceae) ..... 153

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

"Los infinitos seres naturales no podrán perfectamente conocerse sino luego que los sabios del país hagan un especial estudio de ellos"

*CLAUDIO GAY, Hist. de Chile, Zool. 1:14 (1847)*

PORTADA: Corteza característica de *Nothofagus glauca* con delgadas láminas que se desprenden al tacto. Ver Fig. 2, pág. 141

ESTA REVISTA SE TERMINÓ DE IMPRIMIR
EN LOS TALLERES DE IMPRENTA AUSTRAL
TEMUCO, CHILE,
EN EL MES DE MAYO DE 2002,
EL QUE SÓLO ACTÚA COMO IMPRESORA
PARA EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

# ARTICULOS

Gayana 58(2): 103-113, 2001 ISSN 0016-5301

# NEW ALGAE RECORDS (CHLOROPHYCEAE AND BACILLARIOPHYCEAE CLASSES) FROM SIX PAMPEAN LOTIC SYSTEMS OF ARGENTINA

# *NUEVOS REGISTROS DE ALGAS (CLASES CHLOROPHYCEAE Y BACILLARIOPHYCEAE) DE SEIS SISTEMAS LÓTICOS PAMPEANOS DE ARGENTINA*

Liliana M. Mercado

ABSTRACT

Nineteen new record species for Argentina belonged to Bacillariophyceae and Chlorophyceae Classes were identified as the result of the analysis of a total of 103 phytoplankton samples obtained from a 5-year study survey performed in 6 lotic systems from Buenos Aires province, tributaries of Río de la Plata river: Paraná de las Palmas river (1995-1996), Samborombón river, El Pescado, J. Blanco, Buñirrigo, Rodríguez and El Gato streams (1997-1998) and in a intensive study carried out in the last two systems (1999). The taxa are ilustrated, a range of physical and chemical water variables of the sampling sites in which each species was found is furnished, together with the environmental requirements, cited in the literature. The 16 % of the algae were periphytic or epilithic species, the 37 % belonged to slighty saline to brackish waters and three of them resulted pollution-tolerant species.

KEYWORDS: Chlorophyceae, Bacillariophyceae, new records, lotic systems, Argentina

RESUMEN

Diecinueve especies pertenecientes a las Clases Chlorophyceae y Bacillariophyceae, las cuales resultaron nuevas citas para Argentina, fueron identificadas como resultado del análisis de un total de 103 muestras de fitoplancton provenientes de un estudio de 5 años realizado en 6 sistemas lóticos de la provincia de Buenos Aires, tributarios del Río de la Plata: río Paraná de las Palmas (1995-1996), río Samborombón, arroyos Rodríguez, El Gato, Buñirrigo, El Pescado y J. Blanco (1997-1998) y en un estudio intensivo llevado a cabo en los dos últimos sistemas (1999). Los taxa fueron ilustrados, se provee un rango de las variables físicas y químicas del agua de los sitios de muestreo en donde cada especie se encontró, como así también sus requerimientos ambientales, citados en la literatura. El 16 % de las especies fueron perifíticas o epilíticas, el 37 % pertenecieron a aguas levemente salinas hasta salobres y 3 de ellas resultaron especies tolerantes a la polución.

PALABRAS CLAVE: Chlorophyceae, Bacillariophyceae, nuevos registros, sistemas lóticos, Argentina.

## INTRODUCTION

Several investigations have been performed in the NE of Buenos Aires province (Argentina), dealing with the phytoplankton taxonomy of lotic systems, tributaries of Río de la Plata river, such as Reconquista river (Alberghina & Loez 1991), Luján river (Vinocur & Tell 1989; Tell & Vinocur 1991), and the Matanza-Riachuelo system (Conforti 1991) whereas there are no publications on this subject refered to other rivers and streams of this province.

This article is a contribution to a series of papers dealing with the phytoplankton of tributaries of the Río de la Plata river (Mercado & Gómez 1998 a; Mercado & Gómez 1998 b; Mercado & Gómez 2000 and Mercado 2001). The previous papers were focused on the phytoplankton structure of these lotic systems. More recently, my studies also included the

Instituto de Limnología 'Dr. Raúl A. Ringuelet'
Correspondence: Av. Balbín 2870 7A (1428) Capital Federal, Argentina.

taxonomy aspect of these communities.

In this paper, nineteen new record species for Argentina belonged to Bacillariophyceae and Chlorophyceae Classes were identified, among other algae, as the result of the analysis of a total of 103 phytoplankton samples obtained from a 5-year study survey performed in 6 lotic systems from Buenos Aires province, tributaries of Río de la Plata river: Paraná de las Palmas river (1995-1996), Samborombón river, El Pescado, J. Blanco, Buñirrigo, Rodríguez and El Gato streams (1997-1998), and in a intensive study carried out in the last two systems (1999). All taxa are ilustrated, a range of physical and chemical water variables of the sampling sites in which each species was found is furnished, together with the environmental requirements, cited in the literature.

## STUDY AREA

The Paraná river basin is the second largest hydrographic system in South America after that of the Amazon river, with an area of $3.10^6$ km$^2$ and roughly 4000 km of length (Fig. 1a). The lower section of the Paraná river extends downstream the latitude 32° 05' S. Upstream Zárate City (Buenos Aires province) the river divides in two main arms, the Paraná de las Palmas and the Paraná Guazú, which delimits a vast delta of around 15,000 km$^2$ (Fig. 1b). The intense agricultural activity developed in the margins of Paraná de las Palmas river, the industries (meat, leather, metallurgic and petrochemical processing plants) and large cities without sewage treatment (up to 2 millon inhabitants) situated downstream

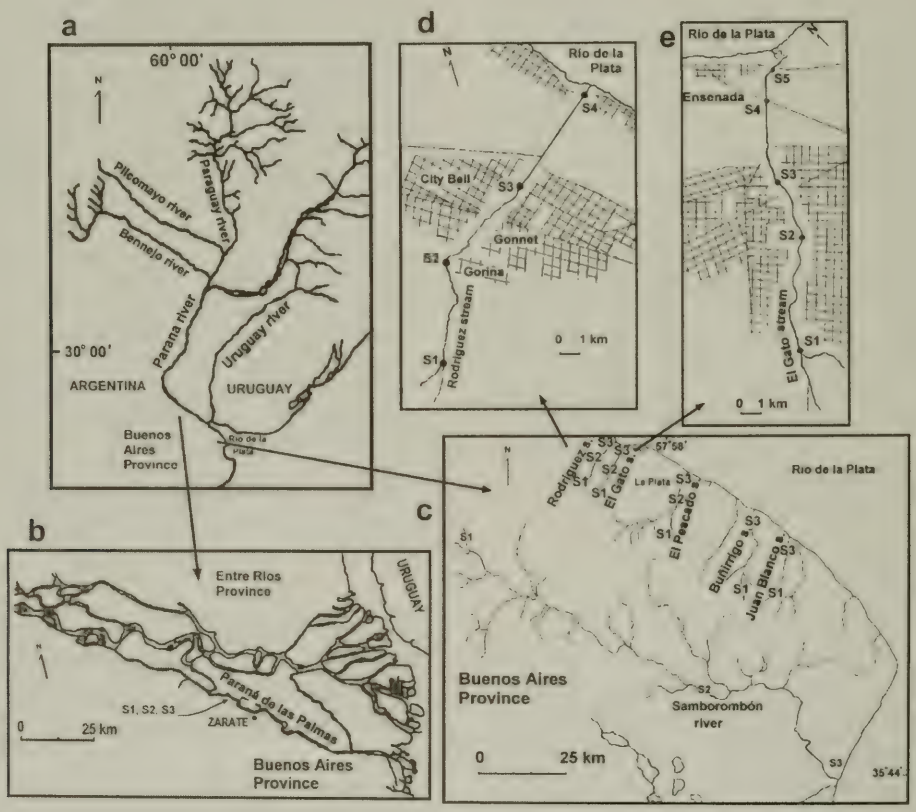



Fig. 1: a-e. 1a. Location of Paraná river basin and Buenos Aires province; 1b. Paraná de las Palmas river; 1c. Location of Rodríguez, El Gato, El Pescado, J. Blanco, Buñirrigo streams and Samborombón river; 1d. Rodríguez stream basin; 1e. El Gato stream basin.

Santa Fe city (31° 36' S – 60° 43' W), produce an important anthropogenic impact over this system (Mercado & Gómez 1999, 2000).
Samborombón river, El Pescado, J. Blanco, Rodríguez and El Gato streams are also tributaries of Río de la Plata river (Fig. 1c). They are located in the NE of Buenos Aires province. The headwaters of these streams are analogous to shallow lentic systems, due to their low depth and current velocity. These variables increase considerably in their mouths. The middle and lower sections of Samborombón river are affected by industrial and extensive agricultural activities (Mercado 1999, 2000 a, 2000b). Run-off water of mainly intensive agricultural activities drain to El Pescado Stream; Juan Blanco stream is practically not affected by human impact because it is situated in 'Parque Costero del Sur' UNESCO reservation (Mercado 1999, 2000a, 2000b). Rodríguez and El Gato streams (Fig. 1c, 1d, 1e) are seriously impacted by human activities: they receive sewage water from Gorina, Gonnet and City Bell cities (Rodríguez stream), Ensenada and the west section of La Plata city (El Gato stream), along with industrial efluents (Mercado 1999, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d).

## MATERIAL AND METHODS

Samples from Paraná de las Palmas river were taken every 45 days from March 1995 to August 1996 (D1 to D11; D = Date) at three sampling stations situated between km 133 and km 136 (S1 to S3) (Fig. 1b). Samborombón river, El Pescado, J. Blanco, Rodríguez and El Gato streams were sampled seasonally during 1997-1998. Surveys were carried out in Autumn 1997 (D1), Winter (D2), Spring (D3), Summer 1998 (D4) and Autumn (D5). Sample sites were situated in 2 or 3 stations from the headwaters (S1) to the mouths (S3) in each system (Fig. 1c). El Gato and Rodríguez streams were sampled in 1999 during a high-water (Winter, D6) and a low-water period (Spring, D7). Four stations were selected in the first one (S1 to S4) and five in the latter (S1 to S5), situated from the headwaters to the mouth (Fig. 1d, 1e, respectively).

Methodology used to take in situ water measurements (temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity and transparency) and to determine suspended matter, nutrients and macroions is described in Mercado & Gómez (2000) and Mercado (1999, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d).

Samples for phytoplankton qualitative analysis were obtained with plankton nets of 15 and 25 µm mesh and fixed in formol 4 %. Taxonomic analysis was performed by using an Olympus BHA microscope with phase contrast. Samples were deposited in the herbarium of the 'Instituto de Limnología Dr. R.A. Ringuelet'.

Organic matter contained by the diatoms was eliminated according to the methodology proposed by Barber & Haworth (1981). Afterwards, frustules were mounted in Naphrax.
Taxonomic identifications were performed following Hustedt (1930), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991 a ,b), Patrick & Reimer (1966, 1975), Komárek & Fott (1983). Simonsen's (1979) systematic arrangement, Vanlandingham (1967-1979) valid names of the diatom species identified and recent papers were considered. A range of physical and chemical water variables of the sampling sites in which each species was found is included, together with their environmental requirements, cited in the literature. The catalogue of freshwater algae of Argentina (Tell 1985), the update unpublished catalogue (Tell, m.s) and latest papers were considered to identify new records for Argentina.

Four categories of species were stablished, by means of the frequency and the contribution percentage of each species: dominant, abundant, frequent and rare. The identification of these categories was performed using these criteries: a) dominant species: those with densities superior to 50% of the total density of the sample, b) abundant species: those with densities comprised between 5-50% of the total density, c) frequent species: those which were presented in each sample in a proportion lower than 5 %, d) rare species: those which were registered in a unique sample, when each system and each date were considered.

## RESULTS

### CHLOROPHYCEAE

Chlorococcales

Fam. Dictyosphaeriaceae

***Dictyosphaerium*** Näg.

***Dictyosphaerium subsolitarium*** Van Goor
Pl. I, fig. 1
Dimensions: Colonies 15-33 µm diam.; cells 2.5-

3.5 µm diam.
Occurrence: Paraná de las Palmas river (D1; S2), El Gato stream (D4; S2, S3), El Pescado stream (D4; S1).
Frecuency: Frequent species.
Environmental requirements: In plankton of eutrophic environments (Komarek & Fott 1983). This species was found in Summer and Fall in systems with a wide range of conductivity, nutrients and oxygen concentrations (Table I); El Gato stream is considered a polluted system (Mercado 1999, 2000a, 2000b, 2000c).
Observation: Certain cells were larger than the typical species (1.5-3.0 µm diam.) described in Komarek & Fott (1983).

TABLE I: Ranges of the physical and chemical variables of the sampling sites in which the 19 species were found.

| Especie | T | $O_2$ | pH | Cond. | $NH_4^+$ | $NO_3^-$ | $NO_2^-$ | PRS | SS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Dictyosphaerium subsolitarium* | 14.4-26.0 | 0.2-6.0 | 7.3-8.4 | 123-1354 | 10-16179 | 26-785 | 7-29 | 37-1121 | 35.0-88.3 |
| *Monoraphidium subclavatum* | 21.0-25.6 | 6.0-7.5 | 7.8-8.8 | 612-1030 | 47-196 | 20-170 | 13-15 | 55-76 | 33.0-184.1 |
| *Scenedesmus apiculatus* | 15.0-25.0 | 0.6-4.2 | 8.0-8.6 | 299-854 | 6534-9639 | 2537-6310 | 658-818 | 2386-4165 | 59.0-85.0 |
| *S. ecornis var. polymorphus* | 14,0 | 3,6 | 7,5 | 653 | 2712 | 2159 | 62 | 2090 | 110,8 |
| *Achnanthes delicatula* | 21.0-35.0 | 6.0-14.3 | 8.4-8.7 | 432-1085 | 93-4033 | 19-25 | 19-365 | 182-8923 | 29.0-68.0 |
| *A. oblongella* | 13,0 | 7,7 | 6,7 | 235 | 295 | 916 | 55 | 737 | 292,0 |
| *Eunotia triodon* | 25,6 | 7,5 | 8,8 | 1030 | 196 | 20 | 13 | 76 | 33,0 |
| *Amphora libyca* | 17.5-27.1 | 5.0-7.8 | 7.3-8.9 | 121-1900 | 8-606 | 11-555 | 7-34 | 39-432 | 37.0-671.0 |
| *Diploneis oculata* | 19,5 | 7,0 | 8,3 | 2000 | 462 | 47 | 21 | 84 | 225,0 |
| *Navicula goeppertiana* | 15.4-24 | 6.0-8.0 | 8.3-9.1 | 262-2000 | 86-462 | 37-47 | 4-34 | 84-364 | 76.0-1119.0 |
| *Hantzschia virgata* | 11.0-20.0 | 2.7-9.7 | 6.4-8.4 | 101-4400 | 21-45900 | 5-2941 | 22-785 | 77-6921 | 71.0-216.0 |
| *Nitzschia angustata* | 23,2 | 3,9 | 7,6 | 1404 | 8582 | 600 | 15 | 658 | 43,0 |
| *N. amphiboides* | 15.0-25.6 | 4.0-9.0 | 7.5-9.4 | 185-1030 | 12-6755 | 1-1843 | 3-123 | 2-3818 | 33.0-113.0 |
| *N. claussii* | 11.0-23.2 | 3.9-10.2 | 6.4-7.6 | 101-1414 | 59-8582 | 401-802 | 15-31 | 658-701 | 43.0-252.0 |
| *N. terrestis* | 23,2 | 3,9 | 7,6 | 1404 | 8582 | 600 | 15 | 658 | 43,0 |
| *N. filiformis f. conferta* | 11.0-15.4 | 3.9-6.7 | 7.6-9.1 | 600-1404 | 110-8582 | 37-600 | 15-34 | 50-658 | 43.0-1119.0 |
| *N. obtusa* | 27,1 | 7,8 | 8,9 | 1900 | 446 | 11 | 7 | 95 | 418,0 |
| *N. heufleriana* | 27,0 | 11,7 | 8,4 | 1345 | 1015 | 698 | 514 | 895 | 30,0 |
| *N. spectabilis* | 19,5 | 7,0 | 8,3 | 2000 | 462 | 47 | 21 | 84 | 225,4 |

| Especie | $CO_3^-$ | $HCO_3^-$ | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^+$ | $K^+$ | $SO_4^{2-}$ | $Cl^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Dictyosphaerium subsolitarium* | 0-4.3 | 12.5-104.5 | 6.4-29.7 | 3.9-17.7 | 15.2-153.4 | 2.8-17.6 | 4.0-105.1 | 10.8-71.0 |
| *Monoraphidium subclavatum* | 0-11.4 | 45.9-67.2 | 17.6-21.7 | 1.6-13.7 | 107.5-143.0 | 7.2-8.1 | 44.6-64.7 | 56.0-125.1 |
| *Scenedesmus apiculatus* | 0 | 39.1-168.1 | 8.0-10.4 | 2.9-15.2 | 40.0-103.4 | 9.5-32.0 | 25.5-28.6 | 30.0-67.0 |
| *S. ecornis var. polymorphus* | 0 | 98,8 | 16,8 | 31,3 | 96,2 | 18,0 | 76,1 | 46,0 |
| *Achnanthes delicatula* | 4.3-37.7 | 31.9-432.6 | 12.2-36.3 | 8.0-9.7 | 82.0-151.0 | 10.0-35.2 | 33.5-55.7 | 33.6-104.9 |
| *A. oblongella* | 0 | 98,7 | 15,0 | 30,3 | 36,7 | 13,6 | 20,0 | 14,0 |
| *Eunotia triodon* | 11,4 | 45,9 | 21,7 | 13,7 | 143,0 | 8,1 | 64,7 | 125,1 |
| *Amphora libyca* | 0-26.7 | 24.5-71.6 | 5.7-22.8 | 1.9-49.1 | 15.7-272.8 | 2.7-19.5 | 4.0-86.5 | 10.5-400.4 |
| *Diploneis oculata* | 5,7 | 17,4 | 12,0 | 34,4 | 220,2 | 20,0 | 178,8 | 70,4 |
| *Navicula goeppertiana* | 4.3-25.0 | 17.4-284.0 | 12.0-16.0 | 4.0-34.4 | 75.5-220.2 | 13.5-28.0 | 22.3-178.8 | 12.0-70.4 |
| *Hantzschia virgata* | 0-20.0 | 20.3-378.0 | 6.7-30.0 | 6.0-23.4 | 7.2-139.8 | 9.8-31.0 | 0.7-103.8 | 4.0-56.4 |
| *Nitzschia angustata* | 0,0 | 487,8 | 16,0 | 5,5 | 160,5 | 17,8 | 66,5 | 190,2 |
| *N. amphiboides* | 0-11.4 | 21.9-97.0 | 13.7-21.7 | 1.9-15.0 | 16.5-143.0 | 2.7-14.4 | 10.9-64.7 | 18.0-125.1 |
| *N. claussii* | 0,0 | 52.3-487.8 | 6.5-16.0 | 5.5-20.3 | 7.2-160.5 | 11.2-17.8 | 0.7-66.5 | 4.0-190.2 |
| *N. terrestis* | 0,0 | 487,8 | 16,0 | 5,5 | 160,5 | 17,8 | 66,5 | 190,2 |
| *N. filiformis f. conferta* | 0-25 | 39.2-487.8 | 16.0-24.1 | 1.5-4.0 | 62.0-160.5 | 4.5-28.0 | 22.3-66.5 | 42.0-190.2 |
| *N. obtusa* | 26,7 | 24,6 | 20,9 | 49,2 | 272,8 | 19,6 | 86,5 | 400,4 |
| *N. heufleriana* | 34,8 | 438,4 | 13,1 | 6,6 | 173,9 | 15,7 | 49,1 | 160,2 |
| *N. spectabilis* | 5,7 | 17,4 | 12,0 | 34,4 | 220,2 | 20,0 | 178,8 | 70,4 |

Fam. Oocystaceae
***Monoraphidium*** Kom. - Legn.

***Monoraphidium subclavatum*** Nyg.
Pl. I, fig. 2
Dimensions: Cells 12-20 µm long, 2.5-3.0 µm broad.
Occurrence: J. Blanco stream (D1; S3), Samborombón river (D3, S1).
Frequency: Frequent species.
Environmental requirements: In eutrophic environments (Komarek & Fott 1983). This species was found in Fall and Spring in systems with moderate conductivity, low suspended solids and nutrient concentrations, such as El Blanco stream, which registered low human impact (Mercado 1999, 2000a, 2000b) and in Samborombón river, with higher suspended solids, nutrient concentrations and conductivity, specially due to $Na^+$ and $Cl^-$ (Table I).

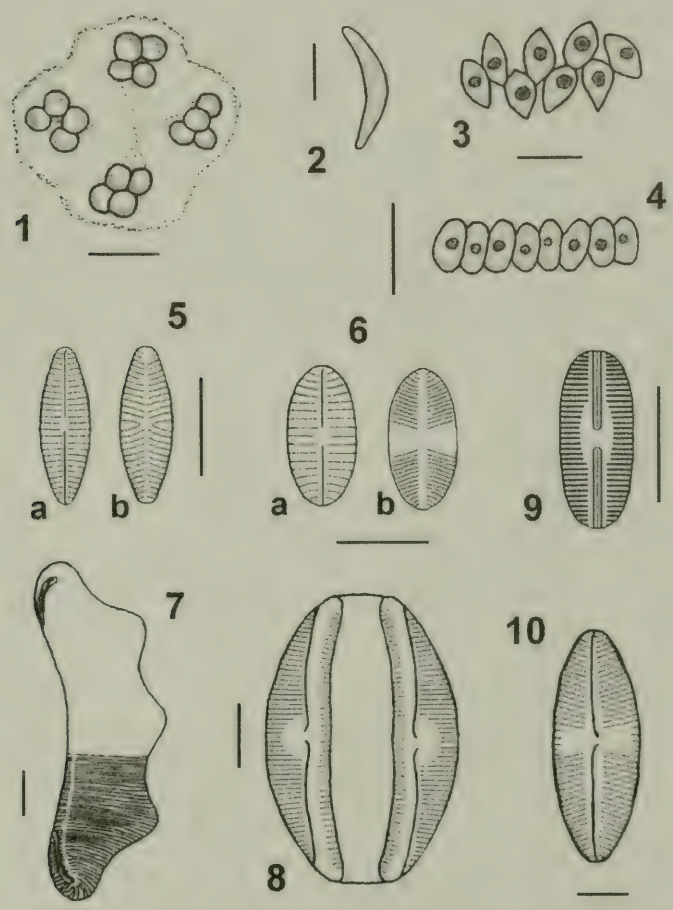



Plate I. Chorophyceae and Bacillariophyceae new records algae for Argentina. 1. *Dictyosphaerium subsolitarium* Van Goor 2. *Monoraphidium subclavatum* Nyg. 3. *Scenedesmus apiculatus* (W. & G.S. West) Chod. 4. S. *ecornis v. polymorphus* Chod. 5. *Achnanthes delicatula* Kütz. a. Raphe valve b. Rapheless valve 6. *A. oblongella* Oestrup a. Raphe valve b. Rapheless valve 7. *Eunotia triodon* Ehr. 8. *Amphora libyca* Ehr. 9. *Diploneiss oculata* (Bréb) Cléve 10. *Navicula goeppertiana* (Bleisch) Grun. The scale represents 10 µ.

Fam. Scenedesmaceae
***Scenedesmus*** Meyen

*Scenedesmus apiculatus* (W. & G.S. West) Chod.
Pl. I, fig. 3
Dimensions: Cells 8-12 µm long, 6-8 µm broad.
Occurrence: Rodríguez stream (D3; S2), El Gato stream (D2; S3).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: This species was found in Winter and Spring in systems with low oxygen concentrations, moderate conductivity and high nutrients concentrations. Rodríguez and El Gato streams are considered as polluted systems in Mercado (1999, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d), specially from the middle sections to their mouths.

***Scenedesmus ecornis v. polymorphus*** Chod.
Pl. I, fig. 4
Dimensions: Cells 5-8 µm long, 3.0-5.5 µm broad
Occurrence: Rodríguez stream (D1, S2).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: This species was found in Fall in S2 of Rodríguez stream, which registered low oxygen concentration and high nutrient and suspended solids concentrations.

BACILLARIOPHYCEAE
Pennales
Fam. Achnanthaceae
***Achnanthes*** Bory

***Achnanthes delicatula*** Kütz.
Pl. I, fig. 5
Dimensions: 14-17 µm long.; 6-8 µm broad; striae 14-15 in 10 µm.
Occurrence: El Pescado stream (D4; S3), El Gato stream (D7, S1).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: In slighty saline waters, rare in freshwater (Hustedt 1930). Present especially in brackish waters (CEMAGREF 1999). Euryhaline species (Germain 1981). This species was found in Spring and Summer in systems with a wide range of conductivity, nutrients, oxygen and macroions concentrations.

***Achnanthes oblongella*** Oestrup
Pl. I, fig. 6
Dimensions: 10-14 µm long.; 5.5-7.5 µm broad; striae 12-13 in 10 µm (RV) and 23-25 (RLV).
Occurrence: Rodríguez stream (D6; S4).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: This species was found in Winter, during a rainy period, in S4 of Rodríguez stream, which presented at that moment a relatively acid pH (6.7), low conductivity, moderate nutrients concentrations and high suspended solids concentration (Table I).

Fam. Eunotiaceae
***Eunotia*** Ehr.

***Eunotia triodon*** Ehr.
Pl. I, fig. 7
Dimensions: 42-60 µm long.; 15-21 µm broad; striae 14-16 in 10 µm.
Occurrence: Samborombón river (D3, S1).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: Prefers oligotrophic to somewhat acid waters (Patrick & Reimer 1966). This species was found in Spring, in the headwaters of Samborombón river, a site with high conductivity, specially due to $Na^+$ and $Cl^-$ ions, and relatively low nutrient concentrations (Table I).

Fam. Naviculaceae
***Amphora*** Ehr.

***Amphora libyca*** Ehr.
Pl. I, fig. 8
Dimensions: 30.0-70.5 µm long.; 14-30 µm broad; striae 12-15 in 10 µm.
Occurrence: Paraná de las Palmas river (D1, S1), El Pescado stream (D1, S3; D3, S2), Samborombón river (D3, S3).
Frequency: Frequent species.
Environmental requirements: Ubiquitous species (CEMAGREF 1999). This species was found in Fall and Spring, in systems with a wide range of pH, conductivity, nutrients and suspended solids concentrations (Table I).

***Diploneiss*** Ehr.

***Diploneiss oculata*** (Bréb.) Cleve
Pl. I, fig. 9
Dimensions: 15-17 µm long.; 6.0-7.5 µm broad; striae 22-23 in 10 µm.
Occurrence: Samborombón river (D4, S3).
Frequent: Rare species.

Environmental requirements: Epilithic rare species, ocassionally present in streams (Germain 1981). In freshwater of variable mineral content (Patrick & Reimer 1966). This species was found in Summer; in the mouth of Samborombón river, a site with a basic pH (8.3), high conductivity, suspended solids and $NH_4^+$ concentration (Table I).

### *Navicula* Bory

***Navicula goeppertiana*** (Bleisch) Grun.
Pl. I, fig. 10
Dimensions: 20-50 µm long.; 8-15 µm broad; striae 9-10 in 10 µm.
Occurrence: Rodríguez stream (D2, S1), Samborombón river (D4, S3), El Pescado stream (D4, S2).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: It is a very abundant species in streams; it is a pollution-tolerant species, abundant e.g. in efluents of milky industries (Germain 1981). This species was found in Winter and Summer, in systems with a wide range of conductivity, suspended solids, nutrients and macroions concentrations. Rodríguez stream is considered a polluted system in Mercado (1999, 2000a, 2000b, 2000d), specially from the middle sections to their mouths.

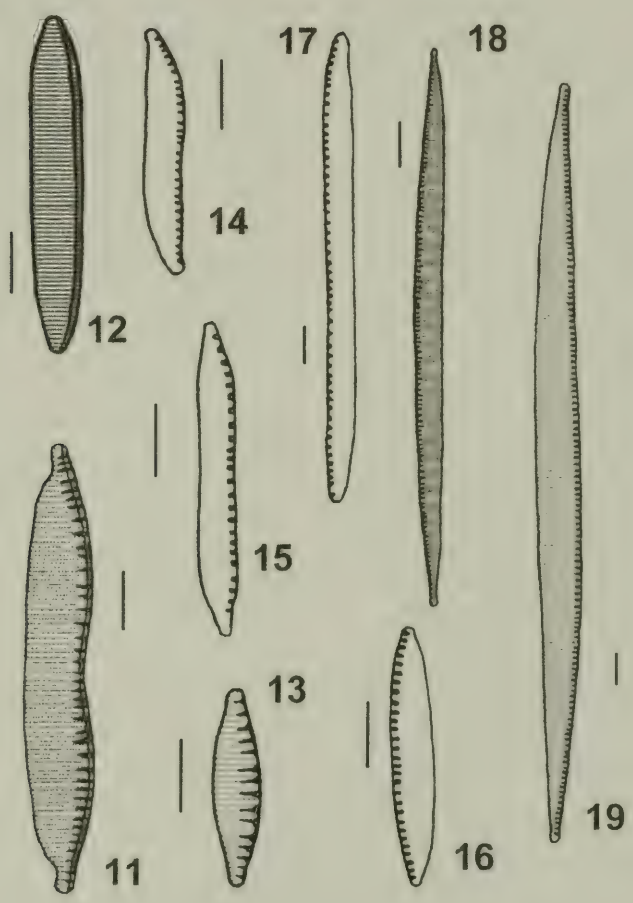



Plate II. Bacillariophyceae new records algae for Argentina. 11. *Hantzschia virgata* (Roper) Grun. 12. *Nitzschia angustata* (W.Sm.) Grun. 13. *N. amphiboides* Hust. 14. N. *clausii* Hantzsh.15. *N. terrestris* (Petersen) Hustedt 16. *N. filiformis v. conferta* (Reichter) Lange-bertalot 17. *N. obtusa* W. Smith 18. *N. heufleriana* Grun. 19. N. spectabilis (Ehr.) Ralfs. The scale represents 10 µ.

### *Hantschia* Grun.

***Hantzschia virgata*** (Roper) Grun.
Pl. II, fig. 11
Dimensions: 70-110 µm long.; 8-13 µm broad; 5-7 fibulae in 10 µm; 10-15 striae in 10 µm.
Occurrence: Rodríguez stream (D2, S2; D3, S3; D6, S1), Samborombón river (D4, S1, S2), El Gato stream (D6, S2).
Frequency: Frequent species.
Environmental requirements: In slighty saline waters (Hustedt 1930). Marine species, euhalobous to mesohalobous and euryhalobous (Lowe 1974). This species was found in Winter, Spring and Summer, in systems with a wide range of pH, conductivity, oxygen, suspended solids and nutrients concentrations. The maximum conductivity value was registered in Samborombón river, specially due to $Na^+$ and $Cl^-$ ions concentrations.

### *Nitzschia* Hassall

***Nitzschia angustata*** (W. Sm.) Grun.
Pl. II, fig. 12
Dimensions: 50-68 µm long.; 9-12 µm broad; 12-15 striae in 10 µm.
Occurrence: El Gato stream (D7, S5).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: In freshwaters, it is a frequent and widespread species (Hustedt 1930). Alkaliphilous (pH 6,4-8,5), saproxenous and limnophilous species (Lowe 1974). Species ocassionally present in freshwater, in reservoirs (Germain 1981). Ubiquitous species, diffuse and even rare (CEMAGREF 1999). This species was found in Spring, in the mouth of El Gato stream, a site with a pH of 7,6; low oxygen concentration and high conductivity (specially due to $HCO_3^-$, $Na^+$ and $Cl^-$) and high nutrients concentrations.
Observation: Fibules are indistinct, they probably coincide with stries.

***Nitzschia amphiboides*** Hust.
Pl. II, fig. 13
Dimensions: 10-30 µm long.; 4.0-6.5 µm broad; 5-7 fibulae in 10 µm; 12-13 striae in 10 µm.
Occurrence: J. Blanco stream (D3, S3), El Pescado stream (D3, S2), Rodríguez stream (D1, S3), El Gato stream (D3, S3), Samborombón river (D3, S1).
Frequency: Frequent species.
Environmental requirements: Widespread species (Krammer & Lange-Bertalot 1988). This species was found in Fall and Spring, in systems with a wide range of pH, conductivity, nutrients, macroions and oxygen concentrations.

***Nitzschia clausii*** Hantzsch.
Pl. II, fig. 14
Dimensions: 30-40 µm long.; 3-6 µm broad; 10-11 fibulae in 10 µm; 38-40 striae in 10 µm.
Occurrence: Rodríguez stream (D6; S1, S3), El Gato stream (D7, S5).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: Periphytic, alkaliphilous to indifferent species (pH 6,8-8,2); mesohalobous to indifferent; rheophilous to indifferent (Lowe 1974). In slighty saline waters and freshwater (Hustedt 1930). Brackish-water species, ocassionally found in freshwater (Germain 1981). This species was found in Winter, in Rodríguez stream, during a rainy period, and in Spring, in El Gato stream, during a dry phase; these sites registered a wide range of conductivity (specially due to $HCO_3^-$, $Na^+$ and $Cl^-$), suspended solids, nutrients, macroions and oxygen concentrations.

***Nitzschia terrestris*** (Petersen) Hust.
Pl. II, fig. 15
Dimensions: 40-70 µm long.; 3-5 µm broad; 6-8 fibulae in 10 µm; 32-34 striae in 10 µm.
Occurrence: El Gato stream (D7, S5).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: This species was found in Spring, in the mouth of El Gato stream, a site with low oxygen and suspended solids concentration and high conductivity (specially due to $HCO_3^-$, $Na^+$ and $Cl^-$) and high nutrient concentrations.

***Nitzschia filiformis*** v. ***conferta*** (Richter) Lange-Bertalot
Pl. II, fig. 16
Dimensions: 35-50 µm long.; 3-5 µm broad; 8-9 fibulae in 10 µm; 30-33 striae in 10 µm.
Occurrence: Rodríguez stream (D2, S1), J. Blanco stream (D5, S2), El Gato stream (D7, S5).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: In slighty saline waters;

pollution-tolerant species (Krammer & Lange-Bertalot 1988). This species was found in Fall, Winter and Spring, in systems with a wide range of pH, conductivity (specially due to $HCO_3^-$, $Na^+$ and $Cl^-$), suspended solids, nutrients and oxygen concentrations.

***Nitzschia obtusa*** W. Smith
Pl. II, fig. 17
Dimensions: 150-175 µm long.; 8-12 µm broad; 5-6 fibulae in 10 µm; 25-27 striae in 10 µm.
Occurrence: Samborombón river (D3, S3)
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: It is considered a marine species which is registered too in brackish waters and in Sphagnum bogs (Germain 1981). Saline water species (Hustedt 1930). This species was found in Spring, in the mouth of Samborombón river, a site which registered a high pH (8.9), high conductivity (specially due to $Na^+$ and $Cl^-$), suspended solids and $NH_4^+$ concentrations.

***Nitzschia heufleriana*** Grun.
Pl. II, fig. 18
Dimensions: 70-125 µm long.; 3-5 µm broad;10-11 fibulae in 10 µm; 20-22 striae in 10 µm.
Occurrence: El Gato stream (D7, S2).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: Alkaliphilous species (Lowe 1974). Rare species (Hustedt 1930). Non frequent species which is considered a test of slight pollution; epilithic species in streams (Germain 1981). This species was found in Spring, in S2 from El Gato stream, a site with a high pH (8.4), high conductivity (specially due to $HCO_3^-$, $Na^+$ and $Cl^-$), high nutrients concentrations and low suspended solids concentrations.

***Nitzschia spectabilis*** (Ehr.) Ralfs
Pl. II, fig. 19
Dimensions: 170-260 µm long.; 10-13 µm broad; 5-6 fibulae in 10 µm; 11 striae in 10 µm.
Occurrence: Samborombón river (D4, S3).
Frequency: Rare species.
Environmental requirements: In slighty saline waters, widespread species (Hustedt 1930). This species was found in Summer, in the mouth of Samborombón river, a site with basic pH (8.3), high conductivity (speciall1y due to $Na^+$, $SO_4^-$ and $Cl^-$), high suspended solids and $NH_4^+$ coancentrations.

## DISCUSSION

Although rare within the phytoplankton of freshwater lotic systems, the 37 % of the new record algae were marine, brackish or saline taxa; the environmental requirements of these species and other marine taxa cited in Mercado (2001) coincided with the high conductivity values registered in the studied rivers and streams, except for Paraná de las Palmas river. These values fluctuated in each water body depending on their soil composition, the influence of mineralized ground water in streams surrounding La Plata city or the pollution due to industrial activities (Mercado 1999, 2000, 2000a). Samborombón river registered high conductivity values in its middle and lower course because of the small gradient (0.13 m $km^{-1}$) and low altitude that allowed the formation of swamps, in which a layer of groudwaters emerges (Mercado 1999, 2000a). In S3 of Pescado, Buñirrigo streams and in Samborombón river, brackish and marine diatoms appeared because of Río de la Plata tides influence, which increase conductivity due to salinity gradients.

The presence of certain pollution-tolerance species such as Navicula goeppertiana, Nitzschia heufleriana and N. filiformis v. conferta, and other algae cited in Mercado (2001) is due to the high nutrient concentrations registered specially in El Gato stream and in the middle and lower sections of Rodríguez stream; agricultural and industrial activities developed in their margins, along with man settlements, produce an important anthropogenic impact on them (Mercado 1999, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d). Nutrient concentration figures of the studied lotic systems exceed media values of unpolluted rivers cited by Meybeck (1982) and aquatic life protection values in AGOSBA-OSN-SIHN (1994) except for S1 of J. Blanco stream, which is situated in 'Parque Costero del Sur' UNESCO reservation (Mercado 1999, 2000, 2000a).

All the new record species were found in systems which belonged to the eutrophic type, according to Margalef (1983), as it is cited in Mercado & Gómez (1998b, 1999, 2000) and Mercado (2001), except for J. Blanco stream, which is considered a mesotrophic system (Mercado 2001).

The presence of tycoplanktonic species in the

phytoplankton of the studied systems, which emigrated from the epilithon, such as *Diploneis oculata* and *Nitzschia heufleriana,* and from the periphyton, such *as Nitzschia clausii*, and other algae cited in Mercado (2001), indicate interactions among those communities, specially in the shallow stretches; this situation was exposed by Whitton (1975).

## ACKNOWLEDGEMENTS

This is part of the investigation that belongs to my thesis and graduated student fellowship period in the National Council of Science (1997-1998, CONICET) and in the Buenos Aires Council of Cience (1999-2000, CIC). I must thank Dr. Guillermo Tell (F.C.E. y N.) who permited me to consult his unpublished catalogue of freshwater algae of Argentina. Thanks to Dr. Carlos Villar for his help in field and laboratory work and to my grant director, Dr. Carlos Bonetto.

## REFERENCES

AGOSBA-OSN-SIHN. 1994. Río de la Plata: Calidad de aguas de la Franja Costera Sur (San Isidro - Magdalena). Informe de avance, 167 pp.

ALBERGNINA, J. Y C. LOEZ. 1991. Sobre algunas algas de ríos contaminados de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Bol. Soc. Argent. Bot. 27 (1-2): 73-79.

BARBER, H.G. Y E. J. HAWORTH. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule with a key to the Brittish Freshwater genera. Freshwater Biol. Assoc. Sci. Publ. 44: 113 pp.

CEMAGREF. 1999. Algues de l'eau. Ministere de l'amenagement du territoire et de l'environment, computer programme, v.1.0.

CONFORTI, V. 1991. Taxonomic study of the Euglenophyta of a highly polluted river of Argentina. Nova Hedwigia 53 (1/2): 73-98.

GERMAIN, H. 1981. Flore des diatomées. Diatomophycées d'eaux douces et saumâtres du massif Armoricain et des contrées voisines de l'Europe occidentale. –Collection "Faunes et flores actuelles", Boubée editions, Paris: 444 pp.

HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomae). In: Pascher, A. (ed.), Die Süsswasserflora Mitteleuropas, 10: 1-466, G. Fischer, Jena.

KOMÁREK, J. & FOTT, B. 1983. Chlorophyceae, Chlorococcales. -In G. Huber-Pestalozzi (ed). Das Phytoplankton des Süsswassers, Die Binnenggewässer, 16 (5). E. Schweizerbart'sché Verlagbuchhandlung, Stuttgart: 1044 pp.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. -In H. Ettl *et al.* (eds), Süsswasserflora von MITTELEUROPA. G. FISHER VERLAG, JENA: 876 PP.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. -In H. Ettl et al. (eds), Süsswasserflora von Mitteleuropa. G. Fisher Verlag, Jena: 576 pp.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. -In H. Ettl et al. (eds), Süsswasserflora von Mitteleuropa. G. Fisher Verlag, Stuttgart, 576 pp.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Erganzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. -In H. Ettl *et al.* (eds), Süsswasserflora von Mitteleuropa. G. Fisher Verlag, Jena: 576 pp.

LOWE, R.L. 1974. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. Environmental Protection Agency (EPA)–670/4-74-005: 333 pp.

MARGALEF, R. 1983. Ecología. Omega, Barcelona, 951 pp.

MERCADO, L. 1999. Consideraciones acerca de la calidad de las aguas de seis sistemas lóticos pampásicos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Aprona XIII 38: 10-16.

MERCADO, L. 2000a. Evaluación de la calidad de las aguas de seis sistemas lóticos pampásicos mediante el estudio de variables físicas y químicas. Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n.s. 2 (1): 27-35.

MERCADO, L. 2000b. Nutrientes y macroiones de seis sistemas lóticos pampásicos. Anales del XVIII Congreso Nacional del Agua, Santiago del Estero, 6 pp.

MERCADO, L. 2000c. Química del agua de un sistema lótico pampásico. Anales del XVIII Congreso Nacional del Agua, Santiago del Estero, 4 pp.

MERCADO, L. 2000d. Variables físicas y químicas de un arroyo impactado por la actividad antrópica. Anales del XVIII Congreso Nacional del Agua, Santiago del Estero, 6 pp.

MERCADO, L. 2001. Fitoplancton de seis sistemas lóticos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Rev. Mus. Argentino Ccias. Nat., n.s. 3 (1): 21-31.

MERCADO, L. Y M. GÓMEZ. 1998 a. Estudio de la calidad del agua del río Samborombón (Pcia. Bs.

As.) a partir del fitoplancton y variables físico-químicas. Anales del XVII Congreso Nacional del Agua y II Simposio de Recursos Hídricos del Conosur 5: 344-351, Santa Fe, Argentina, 613 pp.

Mercado, L. y M. Gómez. 1998 b. Ecología del fitoplancton del río Paraná de las Palmas y efectos ocasionados por la Central Nuclear Atucha I". Aquatec 5, 1998.

Mercado, L. y M. Gómez. 1999. Effects of a Nuclear Power Plant on the phytoplancton structure of the lower Paraná river". Interciencia 24 (1): 36-41.

Mercado, L. y M. Gómez. 2000. A structural analysis of Paraná de las Palmas river (Lower Paraná). Large Rivers 11 (4), Arch. Hydrobiol. Suppl. 115/4: 453-471.

Meybeck, M. 1982. Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. American Journal of Science 282: 401-450.

Patrick, R. & Reimer, C.W. 1966. The diatoms of the United States. Vol. I. Fragillariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae. -Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 688 pp.

Patrick, R. & Reimer, C.W. 1975. The diatoms of the United States. Vol. II, Part 1. Entomoneidaceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemiaceae. -Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 213 pp.

Simonsen, R. 1979. The diatom system: Ideas of Phylogeny. -Bacillaria 2: 9-71.

Tell, 1985. Catálogo de algas de agua dulce de la República Argentina. Ed. Cramer, 283 pp.

Tell, G. y A. Vinocur. 1991. Taxonomy, morphological variability and ecology in Scenedesmus opoliensis Richt (Chlorococcales). Crypt. Bot. (2/3): 93-103.

Tell, m.s. Catálogo de algas de agua dulce de la República Argentina

Vanlandingham, S.L.1967-1979. Catalogue of the fosil and recent genera and species of diatoms and their synonyms. I-VIII, J. Cramer, 4654 pp.

Vinocur, A. y G. Tell. 1989. Algas del río Luján nuevas para la Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 26 (1-2): 119-125.

Whitton, B. A. 1975. River Ecology. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 711 pp.

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2002

Gayana 58(2): 115-122, 2001 ISSN 0016-5301

# SISTEMA DE CRUZAMIENTO Y ESTIMACIONES EN LA EFICIENCIA DE POLINIZACIÓN SOBRE *TRICHOCEREUS PASACANA* (CACTACEAE) EN DOS POBLACIONES DEL NOROESTE ARGENTINO

# *BREEDING SYSTEM AND ESTIMATION OF THE POLLINATION EFFICIENCY ON* TRICHOCEREUS PASACANA *(CACTACEAE) IN TWO POPULATIONS FROM NORTHWEST ARGENTINA*

Ernesto I. Badano[1] & Boris O. Schlumpberger[2]

Resumen

Los objetivos de este estudio fueron analizar el sistema de cruzamiento y la eficiencia de la polinización en *Trichocereus pasacana* y sus efectos sobre la reproducción. Se trabajó sobre dos poblaciones del noroeste Argentino, una dentro de un área protegida (Valle de Tin Tin) y otra en un sitio con marcada actividad humana de agricultura y apicultura (Cachi Adentro). El sistema de cruzamiento se analizó mediante un experimento donde se evaluó autopolinización manual, polinización cruzada manual, polinización natural y autopolinización automática. Las variables de respuesta fueron producción de frutos, producción de semillas y capacidad germinativa. La producción de frutos permite sugerir que el sistema de cruzamiento de *T. pasacana* es xenogámico y que la eficiencia de polinización es mayor en el área protegida. Sin embargo, las semillas provenientes de la población con actividad humana presentaron mayores tasas de germinación. Estos resultados permiten sugerir que aunque en Cachi Adentro hubo una menor producción de frutos, esta población presentó una mayor asignación de recursos para las semillas. En cambio, la población de Tin Tin produjo un mayor número de frutos pero con semillas de menor calidad.

PALABRAS CLAVE: polinización, sistema de cruzamiento, actaceae, cactus columnares, Argentina

[1] Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Chile.
[2] Institut fuer Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde, Universitaet Bonn, Melbweg 42, 53127 Bonn, Germany.

Abstract

The objectives of this study were to analyse the breeding system and the pollination efficiency in *Trichocereus pasacana* and their effects on the reproductive fitness in two populations from Northwest Argentina. The first population is in a protected area (Tin Tin Valley), and the other is in a site with high human activity in agriculture and apiculture (Cachi Adentro). The breeding system was analysed by a pollination experiment considering hand self-pollination, hand cross-pollination, natural pollination and automatic self-pollination. The response variables were fruit production, seed production and seed germination. The fruit production permit suggests that the breeding system of *T. pasacana* is xenogamic and the pollination efficiency is greater in the protected area. However, the seeds from the population with human activity presented higher germination rates. These results permit the suggestion that the Cachi Adentro population presented lower fruit production, but with a higher resource allocation for the seeds. Instead, the Tin Tin population produced a higher number of fruits, but seeds of lower quality.

KEYWORDS: pollination, breeding system, cactaceae, columnar cacti, Argentina

## INTRODUCCION

En plantas, las características genéticas y fisiológicas del esporofito materno pueden afectar la fecundación de los óvulos dependiendo del origen del polen que llega al estigma, dando lugar al sistema de cruzamiento de cada especie (Holsinger 1996; Baker *et al.* 1997). Los sistemas de cruzamiento generales para plantas con flores hermafroditas son la autogamia y la xenogamia. Los sistemas autógamos permiten que los óvulos sean

fecundados por polen de la misma flor, mientas que en sistemas xenógamos los óvulos solo pueden ser fecundados por polen proveniente de otras plantas (Font Quer 1985).

La xenogamia atribuye a la población la ventaja de evitar los efectos deletéreos de la endogamia (Winsor *et al.* 1987; Podolsky 1992; Nasrallah & Nasrallah 1993), pero estas plantas dependen totalmente de agentes externos que actúen como vectores de polen entre los individuos (Darwin 1876; Taylor 1954; Fægri & van der Pijl 1971; Howe & Westley 1988). Cuando la polinización es mediada por animales, parte de la eficiencia en este proceso depende de la capacidad de los organismos para transportar polen entre flores coespecíficas (Lemke 1985; Batra 1993,1995). El efecto de los polinizadores se acentúa en plantas con frutos multiseminados, donde un incremento en la cantidad de granos de polen depositados sobre el estigma suele producir un aumento en el número de semillas en el fruto (Lee 1984; Winsor *et al.* 1987; Parker 1997).

En cactaceas columnares gigantes, el sistema de cruzamiento más comúnmente registrado es la xenogamia. Este grupo de plantas se caracteriza además por poseer frutos multiseminados y una polinización fuertemente asociada con animales tales como polillas, abejas, avispas, aves y mamíferos (Porsch 1938,1939; Grant & Grant 1979; Gibson & Nobel 1986; Valiente-Banuet *et al.* 1996).

***Trichocereus pasacana*** (Web) Britt. *et* Rose. es una cactacea columnar gigante característica de los ambientes áridos de altura del sur de Bolivia y el noroeste Argentino, donde llega a ser el elemento más conspicuo de la flora (Kiesling 1978). de Viana (1995) indicó que en el Parque Nacional "Los Cardones" (Salta) la tasa de reclutamiento de *T. pasacana* ha sido nula en los últimos 10-15 años y que el establecimiento de las plántulas estaría asociado solamente a años excepcionalmente húmedos. Otros estudios sobre la reproducción y establecimiento de este cactus revelaron una alta variabilidad en la producción, peso y capacidad germinativa de las semillas (de Viana 1996-7; Galíndez 1997). Estas evidencias llevan a hipotetizar que la variabilidad en la reproducción de esta especie podría estar vinculada a su sistema de cruzamiento y/o la eficiencia de los polinizadores que visitan sus flores.

Los objetivos de este trabajo fueron analizar el sistema de cruzamiento y la eficiencia de la polinización de *T. pasacana* con el fin de verificar si estos procesos poseen implicancias sobre las características reproductivas de la especie. También se comparan estos efectos entre dos poblaciones, una ubicada dentro de un área protegida y otra en una zona que presenta impacto de agricultura y apicultura.

## MATERIALES Y METODOS

Area de estudio: El estudio se realizó en dos sitios. Uno fue el Valle de Tin Tin (Salta, Argentina, 25º11'S, 65º58'W, 2.600 msnm), donde una población de *T. pasacana* se halla dentro del Parque Nacional "Los Cardones". Esta población se halla alejada de zonas donde se practique agricultura o apicultura. El otro sitio fue Cachi Adentro (Salta, Argentina, 25º05'S, 66º11'W, 2.350 msnm) donde una población de *T. pasacana* se ubica directamente frente a zonas de cultivos extensivos y en cuyas proximidades se hallan 2 colmenares de apicultores, uno 2 km hacia el Este y otro a 1 km hacia el Oeste. En ambos sitios el clima es árido y más del 90% de las precipitaciones tienen lugar entre diciembre y marzo. La precipitación anual promedio en Cachi Adentro es de 146 mm (información suministrada por la Dirección Nacional Agropecuaria, Salta), mientras que en Tin Tin no llega a superar los 90 mm anuales (información suministrada por la Dirección de Parques Nacionales, Salta).

Especie vegetal: *T. pasacana* es una cactacea columnar que llega a alcanzar 8 m de altura. Presenta raíces superficiales, ampliamente ramificadas, y raíces en profundidad. Los tallos, suculentos y hasta de 50 cm de diámetro, presentan numerosas costillas y rara vez ramificaciones de primer orden. En los bordes de las costillas se encuentran las areolas de donde surgen las espinas y las flores. Sus flores son hermafroditas, solitarias, de hasta 15 cm de largo y se disponen lateralmente. Presentan un hipanto prolongado, cubierto de pelos, que se inserta sobre el ovario. Las piezas periánticas externas son de color verde y las internas son amarillentas a blancas, ambas con disposición espiralada. Los estambres se disponen en dos series, un anillo superior que se inserta en la base interior de los pétalos y una serie inferior ubicada en el tercio central del hipanto. El gineceo está compuesto por un estilo cilíndrico y largo que termina en un estigma multilobulado. El

ovario es ínfero, con varios carpelos y un solo lóculo con numerosos óvulos de placentación parietal (Fig. 1A). El fruto es carnoso, abayado, de color verde, con pulpa blanca y dulce (Fig. 1B). Las semillas son pequeñas (1,4mm x 1mm x 0,8mm) y en forma de urna, presentan doble tegumento de color negro y carecen de endosperma (Cabrera 1976; Kiesling 1978).

Fig. 1 A: Corte longitudinal de una flor de *T. pasacana*. Fig. 1 B: Fruto de *T. pasacana*.

La duración de la antesis floral puede prolongarse más de 36 horas, iniciándose durante la noche o al amanecer. Sin embargo todos los polinizadores registrados en los sitios de estudio son diurnos. El estigma está receptivo desde antes de iniciarse la antesis, pero la dehiscencia de las anteras no ocurre hasta la apertura de la flor (de Viana *et al.* 2001). Su floración comienza a principios de Noviembre y se extiende hasta enero, con un pico a mediados de Diciembre. La fructificación comienza a fines de Noviembre y se extiende hasta Mayo (Galíndez 1997).

Sistema de cruzamiento: El análisis del sistema de cruzamiento y la eficiencia de los polinizadores en la reproducción se realizó mediante un experimento de polinización en terreno siguiendo un diseño completamente al azar. Sobre las flores de *T. pasacana* se asignaron cuatro tratamientos: (1) autopolinización manual; (2) polinización cruzada manual; (3) polinización natural; y (4) autopolinización automática.

La experiencia se llevó a cabo en noviembre de 1998, con 12 repeticiones por tratamiento en Cachi Adentro y 8 repeticiones en el Valle de Tin Tin. En este último sitio el número de repeticiones por tratamiento fue menor debido a la escasez de flores con apertura sincrónica. Los botones florales para el experimento fueron seleccionadas antes de su apertura y ningún tratamiento se repitió más de una vez en cada individuo.

En autopolinización manual el estigma fue saturado con polen endógamo y posteriormente la flor tratada fue cubierta para evitar la visita de polinizadores. La polinización cruzada manual se aplicó saturando el estigma con polen de flores pertenecientes a otras plantas; posteriormente el estigma de estas flores se envolvía en papel de aluminio para evitar su contacto con polen endógamo y/o con visitantes florales. Las flores asignadas a la polinización natural quedaron expuestas a la actividad de los visitantes florales durante toda su antesis y este tratamiento fue utilizado para evaluar la eficiencia de los polinizadores. Como algunas plantas son agamospérmicas o se autopolinizan sin la intervención de animales (Lee 1984; Keans & Inouye 1993), un cuarto grupo de pimpollos fue cubierto con las bolsas antes de su apertura y sin que sus estigmas fueran manipulados (autopolinización automática).

En diciembre de 1998 se realizó un control de la iniciación de flores en frutos y en enero de 1999 los frutos maduros fueron cosechados. Las variables consideradas para evaluar el efecto de los tratamientos fueron la proporción de frutos iniciados (tasa de iniciación), la proporción de frutos que maduraron (tasa de maduración), la masa

seminal por fruto y el número de semillas por fruto.

La masa seminal fue considerada como el peso de la totalidad de las semillas de cada fruto. Para esta medición, los frutos fueron abiertos y puestos a desecar a temperatura ambiente durante 24 hs. Posteriormente, todas las semillas de cada fruto fueron separadas del endocarpo y pesadas en una balanza electrónica SIGMA con error de 1mg. Para estimar el número de semillas por fruto se pesaron 10 muestras de 10 semillas de cada uno de los frutos obtenidos en los distintos tratamientos. Estos valores fueron promediados y se estimó un peso promedio de 10 semillas para cada fruto. Estos promedios fueron relacionados directamente con la masa seminal del fruto correspondiente a fin de obtener una aproximación de su número total de semillas (Galíndez 1997).

Germinación: Para evaluar la capacidad germinativa, se tomaron al azar 10 diez muestras de 50 semillas por tratamiento. Cada muestra se colocó a germinar en bandejas plásticas usando como sustrato papel de filtro y se regaron cada tres días. La experiencia de germinación se llevó a cabo en condición de temperatura estándar (25ºC) dentro de un germinador con luz constante siguiendo un diseño completamente aleatorizado. Al cabo de 30 días se contabilizó el número de semillas germinadas en cada bandeja tomando como criterio de germinación la emergencia del brote aéreo. Las semillas que no germinaron en este período se consideraron inviables.

Análisis estadístico: La masa seminal por fruto y el número de semillas por fruto obtenidos en los distintos tratamientos fueron comparados dentro de cada sitio y entre sitios mediante pruebas t de comparación de medias. Para evaluar si existían diferencias en la germinación para los distintos tratamientos se realizó una prueba ANDEVA y posteriormente el respectivo análisis de Tukey. Tanto al número de semillas por fruto del experimento de polinización como al número de semillas germinadas por bandeja del experimento de germinación se les aplicó la transformación raíz cuadrada a fin de poder realizar los análisis estadísticos mencionados. En todos los análisis se utilizó un nivel de confianza del 95%. Resultados

Tasas de iniciación y maduración de frutos: En ambos sitios de estudio se observó que el 100% de las flores sobre las que se aplicó polinización cruzada manual iniciaron el fruto. En cambio, ninguna de las flores de la autopolinización manual y autopolinización automática iniciaron el fruto. La tasa de iniciación por polinización natural fue del 100% en Tin Tin, mientras que la tasa de iniciación en Cachi Adentro fue del 70%.

La proporción de frutos iniciados por polinización cruzada manual se mantuvo hasta la maduración en ambos sitios, arrojando un valor del 100% en las tasas de maduración. En Tin Tin, todos los frutos iniciados en la polinización natural maduraron (100% de maduración); en Cachi Adentro el 25% de estos frutos fueron abortados, arrojando una tasa final de maduración del 50% para la polinización natural en este sitio.

Tabla I. Estadísticos descriptivos para la masas seminal por fruto y el número de semillas por fruto de *T. pasacana*. Referencias: Polinización cruzada manual (PCM); Polinización natural (PN).

| | Cachi Adentro | | | | Tin Tin | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PCM | | PN | | PCM | | PN | |
| | Masa seminal | Nº de semillas | Masa seminal | Nº de semillas | Masa seminal | Nº de semillas | Masa seminal | Nº de semillas |
| Nº de frutos | 12 | 12 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Media | 3396,97 | 6157 | 1984,33 | 3209 | 3335,60 | 6312 | 2250,11 | 4051 |
| Error estándar | 227,60 | 560 | 200,36 | 939 | 322,86 | 629 | 369,17 | 686 |
| CV | 23% | 31% | 25% | 30% | 27% | 28% | 46% | 48% |

Producción de semillas: Los promedios de masa seminal por fruto para la polinización cruzada manual fueron muy similares entre Cachi Adentro y Tin Tin (Tabla I), sin encontrarse diferencias significativas entre los dos sitios (t=0,160; GL=18; p=0,874). Tampoco se observaron diferencias entre sitios para la masa seminal de los frutos provenientes de la polinización natural (t=0,574; GL=12; p=0,577).

Al comparar las masas seminales entre los tratamientos se observó que, en ambos sitios, los frutos

de la polinización cruzada manual poseían masas seminales significativamente mayores que los provenientes de polinización natural (Cachi Adentro: t= 3,985; GL=16; p<0,01; Tin Tin: t=2,403; GL=14; p<0,05) (Tabla I).

Con respecto al número de semillas por fruto, esta variable no difirió entre sitios para la polinización cruzada manual (t=0,196; GL=18; p=0,847) ni para la polinización natural (t=0,833; GL=12; p=0,421). Sin embargo, la diferencia entre los promedios del número de semillas por fruto de ambos sitios mostró que en Tin Tin se producen casi 800 semillas más por fruto que en Cachi Adentro (Tabla I).

De igual manera que las masas seminales, el número de semillas por fruto en la polinización cruzada manual fue significativamente mayor que para la polinización natural tanto en Cachi Adentro (t=6,610; GL=16; p<0,01) como en Tin Tin (t=2,376; GL=14; p<0,05). En Cachi Adentro, la relación entre el número de semillas producidas por polinización natural con respecto a las producidas por polinización cruzada manual fue de $^1/_2$, lo que indica que en este sitio se estaría produciendo la mitad del número potencial de semillas por flor. En Tin Tin, en cambio, esta relación fue de $^1/_3$, indicando un proceso de polinización más eficiente que en Cachi adentro (Tabla I).

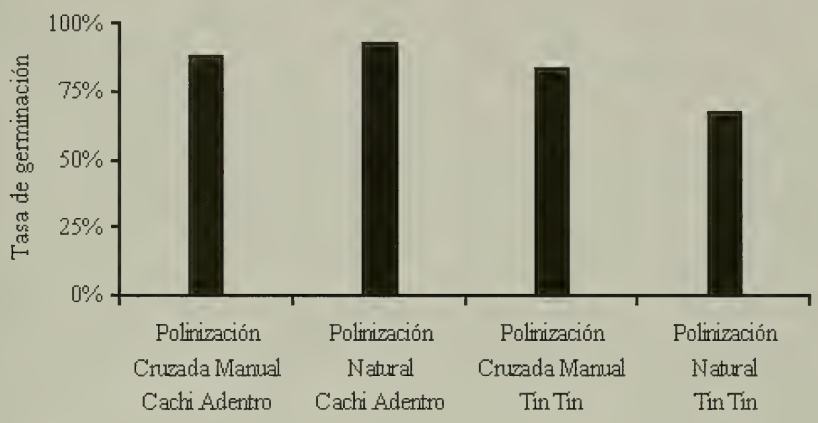



Fig. 2. Tasas de germinación de las semillas obtenidas en los distintos tratamientos de polinización aplicados sobre las flores de *T. pasacana*. Solamente las semillas provenientes de la polinización natural de Tin Tin mostraron una tasa de germinación estadísticamente inferior a los demás tratamientos.

Aunque no se hayan detectado diferencias entre los valores de la producción de semillas por polinización natural entre los dos sitios, cabe destacar que en la polinización natural de Tin Tin se observó una gran amplitud entre los valores de la masa seminal y del número de semillas por fruto. Allí se observó que los coeficientes de variación para esas dos variables alcanzaron valores superiores al 40% (Tabla I) y esto podría estar influyendo en los análisis estadísticos por más que se hayan cumplido con los supuestos establecidos para las pruebas utilizadas.

Germinación: La mayor tasa de germinación se observó para las semillas provenientes de la polinización natural de Cachi Adentro y siguieron las semillas obtenidas por polinización cruzada manual del mismo sitio. La menor tasa de germinación se obtuvo para las semillas de la polinización natural de Tin Tin (Fig. 2).

El análisis estadístico reveló la existencia de diferencias altamente significativas en el numero de semillas germinadas provenientes de los distintos tratamientos (F=7,481; GL=36; p<0,01), pero el único tratamiento que difirió del resto fue la polinización natural de Tin Tin, el cual que presentó un numero de semillas germinadas inferior con respecto a los demás tratamientos (Tabla II). Sin embargo, para la germinación de las semillas de la polinización natural de Tin Tin también se observó una amplitud muy elevada en sus valores (Fig. 3).

TABLA II. Diferencias de medias en la germinación de los distintos tratamientos de polinización aplicados sobre las flores de *T. pasacana*, de cada sitio de estudio. Los resultados del la prueba de Tukey se indican como * p<0,05 y ** p<0,01. Referencias: Polinización cruzada manual (PCM); Polinización natural (PN).

| | PCM Cachi Adentro | PCM Tin Tin | PN Cachi Adentro |
|---|---|---|---|
| PN Tin Tin | 10,300** | 7,800* | 12,700** |
| PN Cachi Adentro | - 2,400 | -4,900 | |
| PCM Tin Tin | 2,500 | | |

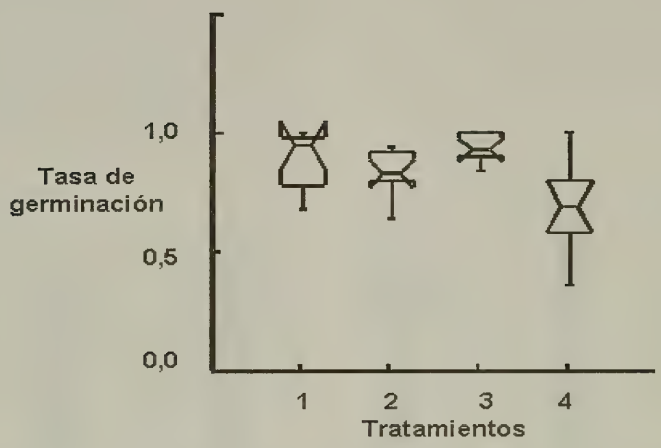



FIG. 3: Amplitudes en la dispersión de los valores datos de las tasas de germinación de *T. pasacana* por tratamiento y sitio de estudio.. Referencias: (1) Polinización cruzada manual en Cachi Adentro; (2) Polinización cruzada manual en Tin Tin; (3) Polinización natural en Cachi Adentro; (4) Polinización natural en Tin Tin.

## DISCUSION

Aunque otras cactaceas columnares presentan sistemas de cruzamiento parcialmente alogámicos o agamospermicos, las frecuencias de maduración de frutos y la producción de semillas por estas vías tienden a ser muy inferiores a las registradas para su polinización cruzada, tanto manual como natural (Nassar *et al.* 1997; Fleming 1998). En este estudio, la falta de iniciación del fruto en las flores autopolinizadas y aquellas a las que solo podía llegar polen endógamo al estigma indica que la iniciación del fruto en *T. pasacana* depende de la fecundación inicial de los óvulos por polen exógamo. Por otra parte, los resultados de la polinización cruzada manual mostraron que, en ambas poblaciones, toda flor que reciba una carga suficiente de polen exógamo sobre el estigma desarrollará el fruto.

La elevada frecuencia de iniciación y maduración de frutos registrada para la polinización cruzada manual en ambos sitios permite proponer que el sistema de cruzamiento de esta especie es xenogámico, el cual es el sistema de cruzamiento más común entre cactaceas columnares con flores hermafroditas (Alcorn & Olin 1962; McGregor *et al.* 1962; Shaley 1996; Valiente-Banuet *et al.* 1996). Pero este sistema de cruzamiento implica una fuerte dependencia de agentes externos que actúen como vectores de polen entre flores, por tanto la eficiencia reproductiva de una especie dependerá en gran parte de la disponibilidad de polinizadores (Porsch 1939, 1938; Grant & Grant 1979; Gibson & Nobel 1986; Valiente-Banuet *et al.* 1997).

Si la eficiencia en la polinización se analiza a partir de la flor como unidad de polinización (Dafni *et al.* 1997), una parte del efecto de los visitantes florales sobre la reproducción de plantas se reflejaría en la producción de semillas por fruto (masa seminal y número de semillas viables), donde esta variable podría depender de la cantidad de granos de polen

depositados en el estigma. Bajo esta perspectiva, puede asumirse que no existirían diferencias intrínsecas en potencialidad reproductiva de las dos poblaciones, ya que si los estigmas son saturados con polen coespecífico el número de semillas por fruto es similar entre las poblaciones de los dos sitios estudiados.

Los resultados también indicaron que la eficiencia de los vectores de polen es similar entre las dos poblaciones, aunque en ambos sitios la producción de semillas por esta vía fue inferior a la observada para la polinización cruzada manual. Esto muestra que la eficiencia en la polinización por parte de los polinizadores de ambas poblaciones es inferior a la máxima esperada.

La baja eficiencia por parte de los polinizadores puede ser explicada por dos motivos. Primero, es posible que las cargas de polen que transportan los visitantes florales sean suficientes para que las flores inicien los frutos, pero no llegan a saturar los estigmas para que se produzca el máximo número de semillas (Bawa *et al.* 1989; Dieringer 1992). En segundo lugar, los polinizadores observados para esta especie por de Viana *et al.* (2001) fueron en su mayoría abejas con comportamientos de forrajeo generalista, lo que podría resultar en que sobre los estigmas de *T. pasacana* se deposite polen de otras especies provocando una competencia por la superficie de contacto polen-estigma, la cual es determinante para el reconocimiento del polen por parte del esporofito materno para permitir su germinación y posterior desarrollo del tubo polínico (Stanton *et al.* 1986; Charlesworth 1993).

En este punto puede concluirse que, a nivel de la flor y el fruto, la polinización es igual de ineficiente en ambos sitios estudiados. Pero si la eficiencia de la polinización se analiza a nivel poblacional (Begon & Mortimer 1986), es indudable que en Cachi Adentro la producción de semillas mediante los vectores de polen es aún más ineficiente ya que se produce un menor número de frutos.

La falta de iniciación del fruto en una parte de las flores de la polinización natural de Cachi Adentro sugiere que estas flores fueron ignoradas por los visitantes florales o bien fueron no fueron visitadas por polinizadores eficientes. A esto se suma que en este sitio parte de los frutos son abortados, posiblemente a causa de que el número de semillas iniciadas no haya sido suficiente. En Tin Tin, en cambio, todas las flores de este tratamiento iniciaron el fruto, indicando que los visitantes florales realizaron una polinización substancial sobre todas las unidades experimentales de este grupo. Además, en este sitio no se registró aborción de frutos, lo que permite sugerir que en este sitio la polinización de las flores podría ser substancialmente más eficiente. Sin embrago, y pese al efecto negativo que reportaría la limitación en el flujo de polen para el desarrollo de frutos en la población de Cachi Adentro, el ensayo de germinación mostró que en este sitio la polinización natural produciría un mayor número de semillas viables que en Tin Tin, lo que podría estar compensando la disminución en el número de semillas producidas en este sitio.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Lohengrin Cavieres por sus valiosos comentarios durante la redacción del manuscrito. Ernesto I. Badano agradece al programa MeceSup UCO 9906, del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Chile.

## REFERENCIAS

Alcorn, S.M. & G. Olin. 1962. Pollination requirements of the organ pipe cactus. Cactus and Succulent J. 34 (1): 134-139.

Baker, R.P., K.H. Hasenstein, & M.S. Zavada. 1997. Hormonal changes after compatible and incompatible pollination in *Theobroma cacao* L. HortScience 32 (7): 1231-1234.

Batra, S.W.T. 1993. How to keep pollen bees for better yields. Communication of Bee Research Laboratory, Beltville, U.S.A., 3 pp.

Batra, S.W.T. 1995. Bees and pollination in our changing environment. Apidologie 26 (2): 361-370.

Bawa, K.S., P.S. Ashton, R.B. Primack, J. Terborgh, S.M. Nor, F.S.P. Ng, & M. Hadley. 1989. Reproductive ecology of tropical forest plants. Biol. Internat. Special Issue 21, 57 pp.

Begon, M. & M. Mortimer. 1986. Population Ecology. A unified study of animals and plants. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK. 220pp.

Cabrera, A.L. 1976. Las regiones fitogeográficas de la Argentina. Acmé, Buenos Aires, Argentina. 85 pp.

Charleswoth, D. 1993. Why are unisexual flowers associated with wind pollination and unspecialized pollinators? Amer. Natur. 141 (3): 481-492.

DAFNI, A., M. LEHRER & P.G. KEVAN. 1997. Spatial flower parameters and insect spatial vision. Biol. Rev. 72 (1): 239-282.

DARWIN, C. 1876. The effects of cross and self fertilization in the vegetable Kingdom. Murral Press, London, UK. 305 pp.

DE VIANA, M.L. 1995. Distribución del cardón (*Trichocereus pasacana*): ¿Asociación positiva o dispersión? (Tesis Doctoral) Universidad Nacional de Cordoba, Argentina. 94 pp.

DE VIANA, M.L. 1996-7. Distribución del cardón en relación al espacio disponible y al banco de semillas. J. Trop. Biol. 45 (1): 95-103.

DE VIANA, M.L., P. ORTEGA BAES, M. SARAVIA, E.I. BADANO & B. MSCHLUMBERGER. 2001. Biología floral y polinizadores de Trichocereus pasacana (Cactaceae). Journal of Tropical Biology 49 (1): 277-283

DIERINGER, G. 1992. Pollinator effectiveness and seed set in populations of *Agalinis strictifolia* (Scrphulariaceae). J. Amer. Bot. 19 (9): 1018-1023.

FAEGRI, K. & L. VAN DER PIJL. 1971. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford, UK. 291 pp.

FLEMING, T.H., S. MAURICE, & J.L. HAMRICK. 1998. Geographic variation in the breeding system and the evolutionary stability of trioecy in *Pachycereus pringlei* (Cactaceae). Evol. Ecol. 12 (2): 279-289.

FONT QUER, P. 1985. Diccionario de Botánica. Labor, Barcelona, España. 1244 pp.

GALÍNDEZ, G. 1997. Estrategias reproductivas de *Trichocereus pasacana*: Producción, tamaño y capacidad germinativa de semillas y supervivencia de plántulas. (Tesis de grado) Universidad Nacional de Salta, Argentina. 48 pp.

GIBSON, A.C. & P.S. NOBEL. 1986. The cactus primer. Harvard University Press, Cambirdge, USA. 180 pp.

GRANT, V. & K.A. GRANT. 1979. The pollination spectrum in the southwestern America cactus flora. Plant Syst. and Evol. 133 (1): 29-37.

HOLSINGER, K.E. 1996. Pollination biology and the evolution of mating systems in flowering plants. Evolut. Biol. 29 (1): 107-149.

HOWE, H.F. & L.C. WESTLEY. 1988. Ecological relationships of plants and animals. Oxford University Press, Oxford, UK. 273 pp.

KEANS, C.A. & D.W. INOUYE. 1993. Techiques for pollination Biologists. University press of Colorado, Boulder, USA. 583 pp.

KIESLING, R. 1978. El género *Trichocereus* (Cactaceae): I. Las especies de la Repúbica Argentina. Darwiniana 21 (2): 263-330.

LEE T.D. 1984. Patterns of fruit maturation: a gametophyte competition hypothesis. Amer. Natur. 123 (3): 427-432.

LEMKE, T. O. 1985. Pollen carrying by the nectar feeding bat *Glossophaga soricina* in a suburban environment. Biotropica 17 (2): 107-111.

MCGREGOR, S.E., S.M. ALCORN, & G. OLIN. 1962. Pollination and pollinating agents of the Saguaro. Ecology 43 (2): 259-267.

NASRALLAH, J.B. & M.E. NASRALLAH. 1993. Pollen-stigma signalling in the sporophytic self-incompatibility response. Plant Cell 5 (10): 1325-1335.

NASSAR, J.M., N. RAMIREZ, & O. LINARES. 1997. Comparative pollination biology of Venezuelan columnar cacti and the role of nectar-feeding bats in their sexual reproduction. Amer. J. Bot. 84 (7): 918-927.

PARKER, I.M. 1997. Pollinator limitation of *Cytisus scoparius* (scoth broom), an invasive exotic shrub. Ecology 78 (5) :1457-1470.

PODOLSKY, R.D. 1992. Strange floral attractors: Pollinator attraction and evolution of plant sexual systems. Science 258 (2): 791-793.

PORSCH, O. 1938. Das Bestäubungsleben der Kakteenblüte. I. Cactaceae. Jahrbücher der Deutschen Kakteen-Gesellschaft 1938 (1): 1-80.

PORSCH, O. 1939. Das Bestäubungsleben der Kakteenblüte. II. Cactaceae. Jahrbücher der Deutschen Kakteen-Gesellschaft 1939 (1): 81-142.

SHALEY, C.T. 1996. Bat and Humminbird pollination of an autotetraploid columnar catus, *Weberbauerocereus weberwerbaueri* (Cactaceae). Amer. J. Bot. 83 (10): 1329-1336.

STANTON, M.L., A.A. SNOW, & S.N. HANDEL. 1986. Floral evolution: Attractiveness to pollinators increase male fitness. Science 232 (3): 1625-1627.

TAYLOR, G. R. 1954. The sex in history. Ballantine Press, New York, USA. 230 pp.

VALIENTE-BANUET, A., M. DEL CORRO ARIZMENDI, A. ROJAS-MARTÍNEZ, & L. DOMINGEZ-CANSECO. 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. J. Trop. Ecol. 12(1): 103-119.

VALIENTE-BANUET, A., A. ROJAS-MARTINEZ, M. DEL CORRO ARIZMENDI, & P. DÁVILA. 1997. Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, Central Mexico. Amer. J. Bot. 84 (4): 452-455.

WINSOR, J.A., L.E. DAVIS, & A.G. STEPHENSON. 1987. The relationships between pollen load and fruit maturation and the effect of pollen load on offspring vigor in *Cucurbita pepo*. Amer. Natur. 129 (5): 643-656.

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2002

Gayana 58(2): 123-132, 2001 ISSN 0016-5301

# HYPHOMYCETES CELULOLITICOS EN SUELOS DE BOSQUES DE *NOTHOFAGUS*, TIERRA DEL FUEGO

# *CELLULOLYTIC HYPHOMYCETES ON SOIL OF* NOTHOFAGUS *FORESTS IN TIERRA DEL FUEGO*

A. E. Martínez, V. M. Chiocchio & A. M. Godeas

RESUMEN

Se estudiaron los hongos celulolíticos asociados a suelos de tres bosques prístinos de *Nothofagus (N. pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, *N. antarctica* (Forst.) Oerst. *y N. betuloides* (Mirb.) Oerst.) de Tierra del Fuego, determinando la eficiencia celulolítica para cada suelo y taxa usando como fuente de carbono Na CMC (carboximetilcelulosa sódica).
Las comunidades fúngicas de celulolíticos se ordenaron usando Análisis de Componentes Principales (PCA). Los dos primeros componentes explicaron el 77.23 % de la varianza entre los bosques, de acuerdo con las frecuencias de las especies fúngicas aisladas. El primer componente estuvo asociado con diferencias en la calidad del recurso (gramíneas en *N. antarctica vs* madera en *N. pumilio* y *N. betuloides*) en la superficie del suelo. El segundo componente estuvo asociado con la cantidad de hojarasca sobre la superficie.
Se estudió el efecto del disturbio en las comunidades fúngicas de celulolíticos de dos bosques de *N. pumilio* usando PCA. Los dos primeros componentes explican 75.59% de la variación entre los bosques relacionado con la frecuencia de las especies fúngicas y asociado con diferencias en la cantidad de hojarasca sobre el suelo.

PALABRAS CLAVES: microhongos celulolíticos, *Nothofagus*, bosques.

Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 4to piso. II Pabellón. Ciudad Universitaria. 1428. Buenos Aires. Argentina.
E-mail: martae@bg.fcen.uba.ar

ABSTRACT

Cellulolytic fungi associated with soils of three different pristines forests of *Nothofagus* (*N.pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, *N. antarctica* (Forst.) Oerst. and *N. betuloides* (Mirb.) Oerst.) in Tierra del Fuego were studied. Cellulolytic efficiency for each soil and species was determined using Na CMC (carboxymethyl cellulose sodium salt) as carbon supplies.
Using Principal Component Analysis (PCA) the first two components explained 77.23 % of variance among places related to fungal species. The first component was associated with differences in the quality of cellulolytic resources (grasses in *N. anctartica* forest vs wood in *N. pumilio* and *N. betuloides*) on soil surface. The second component was associated with differences in the quantity of litter on soil surface.
The effect of disturbance in the community cellulolytic microfungi of *N. pumilio* forest was studied using PCA. The first two components explain 75.59% of variance among places related to fungal species and was associated with differences in the amount of litter on the floor.

KEYWORDS: cellulolytic hyphomycetes, *Nothofagus*, forest.

## INTRODUCCION

Los estudios de los microorganismos que usan celulosa como sustrato resultan interesantes dada la importancia que tiene este compuesto como constituyente de los restos vegetales que se incorporan al suelo. En la mayoría de los ambientes naturales, la celulosa está protegida físicamente de la descomposición y es la lignina el mayor obstáculo al ataque fúngico en los residuos vegetales.
Una evaluación de la diversidad microbiológica en

el suelo no puede estar sólo basada en la cuantificación e identificación de los organismos involucrados sino que además es esencial investigar el rol funcional para definir la significancia de la biodiversidad (Kjoller *et al.* 2000). La actividad enzimática es esencial para la degradación de la materia orgánica y puede ser usada como un indicador de la funcionalidad del suelo o de los microorganismos del suelo.

Los organismos capaces de degradar celulosa, se encuentran distribuídos entre: los hongos filamentosos, las bacterias y las eubacterias (Dommerges & Mangenot 1970; Enari & Markkanen 1977) y constituyen un grupo funcional diverso e importante desde el punto de vista ecológico (Ohtonen *et al.* 1997). Estos organismos poseen enzimas hidrolíticas: endo beta- 1,4 glucanasa, exo beta-1,4 glucanasa y beta 1,4 glucosidasa que son inducidas por la presencia de celulosa (Cooke & Whipps 1993; Nevalainen & Penttilä 1995).

La mayoría de los trabajos publicados en los que intervienen los organismos celulolíticos apuntan a la enzimología del proceso, así los trabajos de laboratorio (Siu 1951; Domsch & Gams 1969; Deacon 1979 y Flanagan 1981) en que se midió la habilidad de degradar celulosa siempre indican el estado en que se provee el sustrato, ya que muchas veces las modificaciones del sustrato hacen que sea utilizado de distinta forma. De cualquier manera estos datos pueden extrapolarse para entender lo que ocurre en los ambientes naturales. Falta aún conocimiento de las comunidades de hongos celulolíticos ya que los estudios realizados siempre están asociados con problemas de descomposición de los residuos vegetales y existen pocos estudios concernientes a la descomposición de la materia orgánica en el horizonte húmico y mineral del suelo ( Wicklow & Yokom 1981; Deacon 1985).

Se plantea que, debido al origen y composición (cuali – cuantitativa) del aporte de materia orgánica al suelo entre diferentes bosques de Nothofagus, existirían cambios en la estructura de la comunidad de los microhongos celulolíticos en el suelo, lo que sería reflejado en la actividad enzimática de la celulosa.

Los objetivos de este trabajo son a) medir la actividad celulolítica total de cada uno de los suelos muestreados en bosques prístinos de Nothofagus de Tierra del Fuego y de cada una de las especies aisladas, b) caracterizar en base a la frecuencia de las especies celulolíticas los suelos de los distintos bosques de Nothofagus en Tierra del Fuego y c) establecer el efecto del disturbio en bosque experimental en la comunidad de los hongos del suelo del bosque de lenga (Nothofagus pumilio).

## MATERIALES Y METODOS

El muestreo se realizó en el mes de febrero de 1996, en distintas zonas boscosas del Nothofagus de Tierra del Fuego (Tabla I). De cada una de ellas se tomaron 4 muestras del horizonte superficial a una profundidad de 8 cm en forma estéril, formando así, para cada zona, una muestra compuesta del mismo (Litosoles o Criortents líticos; U.S.D.A. 1960 y FAO 1968): Las muestras fueron conservadas en frío hasta su procesamiento en el laboratorio.

## AISLAMIENTO DE LAS ESPECIES CELULOLITICAS

Cada muestra de suelo se lavó en un aparato de lavado (Bissett & Widden 1972), con el objeto de obtener sólo las especies que crecen vegetativamente en el suelo, luego de 30 lavados con agua estéril se transfirieron las partículas de suelo a caja de Petri con papel de filtro estéril, dejándolas secar a temperatura ambiente (25 °C) durante 48 horas.

Se sembraron 40 partículas de cada lugar (4 partículas por caja) en placas de Petri que contenía un medio selectivo con sales y cuya única fuente de carbono es la carboximetilcelulosa (Magnelli *et al.* 1997). Se incubó a temperatura ambiente (25°C) hasta el desarrollo de las colonias (2 semanas).

Las cepas obtenidas se sembraron en agar malta al 2% y posteriormente en los medios necesarios (agar papa glucosado, Czapek, agar malta) para su identificación. Las cepas fueron incorporadas a la colección de cultivos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U. B. A. (BAFC), Argentina.

TABLA I: Ubicación y características de los bosques prístinos de *Nothofagus* muestreados en Tierra del Fuego. Registros de precipitaciones y temperaturas. Características físico-químicas de los suelos. (Godeas *et al.* 1993).

| Tipo de bosque | Bosque de ñire | Bosque de lenga sin disturbio | Bosque de guindo | Bosque de lenga disturbado |
|---|---|---|---|---|
| Especie arbórea | *Nothofagus antarctica* | *Nothofagus pumilio* | *Nothofagus betuloides* | *Nothofagus pumilio* |
| Ubicación | 54°22'S, 67°20'W | 54°45'S, 67°45'W | 54°55'S, 67°05'W | 54°35'S 67°25'W |
| Localidad | Ea María Cristina | Lag. Victoria | Ea Moat | Termas de Río Valdez |
| Pendiente | N-S 2,8° y 2,75° E-W. | N-S11.3 -12° y 3° E-W | 10,3°NNW-SSE | ----- |
| Cobertura del suelo | Hojarasca y gramíneas +++ | Madera y escasa hojarasca + | Madera y abundante hojarasca ++ | Abundante hojarasca ++ |
| Tipo de humus | mull | moder | mor | moder |
| pH | 5 -6 | 4,5 - 6 | 3,5 - 6 | 4,5 - 6 |
| C / N | 11 - 15 | 21 - 25 | 20 - 40 | 21 – 25 |
| Precipitaciones en mm (estación cálida) | 167,4 | 276 | 252,6 | 167,4 |
| Temperaturas (°C) | 4,52 | 5,13 | 6,3 | 4,52 |

## DETERMINACION DE LA EFICIENCIA CELULOLITICA ESPECIFICA Y DE CADA SUELO

Las cepas obtenidas se sometieron al test de celulolisis (Magnelli *et al.* 1997). Cada una se sembró en tubo de ensayo de 20 mm de diámetro que contenía 15 mL de medio Na CMC (con carboximetilcelulosa sódica).

Los tubos se incubaron 20 días a 25°C despues de lo cual se obtuvo un cilíndro del cultivo con un sacabocados de 5mm de diámetro.

Los cilíndros debidamente identificados se colocaron en una canastilla dividida en celdas para su revelado. Para ello se sumergió el material en una solución acuosa de Rojo Congo al 0.1%, durante 1 minuto 30 segundos, se lavó con una solución de Cl Na 1M y se enjuagó con solución de ácido acético 5% a fin de acentuar el contraste.

Cada cilíndro fue observado bajo lupa midiéndose la distancia del inóculo al frente de crecimiento (cm) y al frente de hidrólisis de la celulosa (cm). Con los valores obtenidos se calculó el índice de eficiencia (EC) para cada especie como el cociente entre el frente de hidrólisis y el frente de crecimiento. Se calculó la eficiencia celulolítica total de cada suelo (S EC x frecuencia de cada especie). Las diferencias entre suelos fueron sometidas a un análisis estadístico con ANOVA para discriminación de los mejores tratamientos a un nivel de significancia $p<0.05$.

## ANALISIS DE LAS COMUNIDADES

Con los valores de frecuencia obtenidos se realizó un ordenamiento utilizando el método de componentes principales (Kenkel & Booth 1992) a fin de establecer la afinidad de las distintas comunidades celulolíticas.

## RESULTADOS

### AISLAMIENTOS DE LAS ESPECIES CELULOLITICAS

Se aislaron 20 taxas en los 4 suelos de bosque de *Nothofagus* estudiados (Tabla II), que se distribuyen como sigue: algunas son exclusivas de uno de los sitios de estudio; para el bosque de *N. betuloides*, *Acremonium* sp., *Alternaria*

*tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wilts, *Alternaria* sp., *Penicillium* 2; para el bosque de *N. pumilio* disturbado *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Mucor hiemalis* Wehmer, *Tolypocladium cylindrosporum* Gams, T. *inflatum* Gams y *Pseudochromelosporium terricola* Martinez & Godeas y para el de *N. antarctica, Doratomyces nanus* (Ehrenb. ex Link) Morton & G. Sm., *Humicola grisea* Traaen, *Mortierella vinacea* Dixon-Stewart y *Penicillium* 1. Las especies comunes a los 4 sitios de muestreos fueron: *Humicolopsis cephalosporioides* Cabral & Marchand, *Mortierella ramanniana* var. *autotrophica* E.H. Evans y *Trichoderma polysporum* (Link ex Pers.) Rifai esta última con valores de frecuencia muy altos.

Con respecto a las comunidades fúngicas celulolíticas de los bosques de *Nothofagus* se observa que el bosque correspondiente a N. antarctica es donde hubo una mayor cantidad de aislamientos (46) y la mayor frecuencia de aislamientos por partícula (1,15) seguido por el bosque de *N. pumilio* con y sin disturbio (0,97 y 0,95). En el bosque de *N. pumilio* disturbado y en el bosque de *N. betuloides* se encuentran los mayores valores de diversidad específica por muestreo (12 y 9) y la mayor diversidad específica por partícula (0,86 y 0,74). De los tres bosques no disturbados el correspondiente al bosque de ñire (*N. antarctica)* es el que tiene todos los parámetros mas altos.

TABLA II: Frecuencia de aparición de las especies celulolíticas en bosques prístinos de *Nothofagus*, Tierra del Fuego.

| TAXA | Bosque de *N. pumilio* con disturbio | Bosque de *N.antartica* | Bosque de *N. pumilio* sin disturbio | Bosque de *N. betuloides* |
|---|---|---|---|---|
| *Acremonium* sp. | | | | 2,5 |
| *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, 1912. | 2,5 | | | |
| *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wilts.,1933. | | | | 2,5 |
| *Alternaria* sp. | | | | 5 |
| *Chaetomium dolychotrichum* Ames, 1945. | 2,5 | | 5 | |
| *Cylindrocarpon didymum* (Hartig) Wollenw.,1926. | 2,5 | 7,5 | | 2,5 |
| *Doratomyces nanus* (Ehrenb. ex Link) Morton & G. Sm.,1963. | | 2,5 | | |
| *Humicola grisea* Traaen, 1914 var. grisea | | 7,5 | | |
| *Humicolopsis cephalosporioides* Cabral & Marchand, 1976. | 2,5 | 15 | 5 | 7,5 |
| Micelio estéril | 2,5 | | | |
| *Mortierella ramanniana* var. *angulispora* (Naumov) Linnem.,1941. | 10 | 2,5 | | |
| *Mortierella ramanniana* var. *autotrophica* E. H. Evans, 1971. | 7,5 | 15 | 2,5 | 40 |
| *Mortierella vinacea* Dixon-Stewart, 1932. | | 5 | | |
| *Mucor hiemalis* Wehmer, 1903 f. hiemalis | 37,5 | | | |
| *Penicillium* 1 | | 2,5 | | |
| *Penicillium* 2 | | | | 2,5 |
| *Tolypocladium cylindrosporum* Gams, 1971. | 5 | | | |
| *Tolypocladium inflatum* Gams, 1971. | 5 | | | |
| *Trichoderma polysporum* (Link ex Pers.) Rifai, 1969. | 15 | 57,5 | 82,5 | 12,5 |
| *Pseudochromelosporium terricola* Martinez & Godeas, 1997. | 5 | | | |

## EFICIENCIA CELULOLITICA DE LAS ESPECIES

La Tabla III muestra los resultados obtenidos con el test celulolítico, los valores de crecimiento en profundidad del micelio son variables siendo el menor valor el correspondiente a *Acremonium* sp (0,4 cm) y el mayor a *P. terricola* (4,1 cm). La mayoría de las especies (8/20) tienen valores de crecimiento comprendidos entre 1,4 y 1,9 cm.

De las especies analizadas (8 especies/20) tienen entre 1-1,5 de eficiencia (Tabla III). Las otras están distribuídas en los distintos rangos establecidos. Sin embargo, la eficiencia total celulolítica de los suelos muestra algunas diferencias (Figura 1), siendo mayor el valor del bosque de *N. antarctica*, dado el aporte celulósico de las gramíneas que crecen en la superficie del suelo (Dighton, 1997).

TABLA III: Crecimiento (cm), disolución (cm) y eficiencia de las especies de hyphomycetes celulolíticos aisladas en suelos de bosque de *Nothofagus*, Tierra del Fuego.

| TAXA | Crec. ± D.S. | Dis. ± D.S. | E = Dis. / Crec. |
|---|---|---|---|
| *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler | 2,800 ± 0,245 | 3,240 ± 0,313 | 1,15 |
| *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wilts. | 1,660 ± 0,207 | 3,400 ± 0,122 | 2,05 |
| *Chaetomium dolychotrichum* Ames | 1,160 ± 0,134 | 4,100 ± 0,141 | 3,53 |
| *Cylindrocarpon didymum* (Hartig) Wollenw. | 2,420 ± 0,259 | 3,320 ± 0,164 | 1,37 |
| *Doratomyces nanus* (Ehrenb. ex Link) Morton & G. Sm. | 1,840 ± 0,207 | 2,760 ± 0,230 | 1,5 |
| *Humicola grisea* Traaen var. grisea | 2,360 ± 0,288 | 3,800 ± 0,122 | 1,61 |
| *Humicolopsis cephalosporioides* Cabral & Marchand | 1,140 ± 0,167 | 3,080 ± 0,179 | 2,7 |
| *Mortierella ramanniana* var. *angulispora* (Naumov) Linnem. | 1,860 ± 0,055 | 2,960 ± 0,055 | 1,59 |
| *Mortierella ramanniana* var. *autotrophica* E. H. Evans | 1,860 ± 0,351 | 2,640 ± 0,114 | 1,41 |
| *Mortierella vinacea* Dixon-Stewart | 1,480 ± 0,277 | 3,340 ± 0,152 | 2,25 |
| *Mucor hiemalis* Wehmer f. hiemalis | 3,00 ± 0,354 | 4,560 ± 0,167 | 1,26 |
| *Tolypocladium cylindrosporum* Gams | 1,860 ± 0,152 | 1,860 ± 0,152 | 1,00 |
| *Tolypocladium inflatum* Gams | 1,800 ± 0,141 | 1,800 ± 0,141 | 1,00 |
| *Trichoderma polysporum* (Link ex Pers.) Rifai | 3,640 ± 0,114 | 3,720 ± 0,084 | 1,03 |
| *Pseudochromelosporium terricola* Martinez & Godeas | 4,120 ± 0,396 | 4,460 ± 0,321 | 1,08 |
| *Acremonium* sp. | 0,400 ± 0,141 | 3,260 ± 0,270 | 8,15 |
| *Alternaria* sp. | 0,800 ± 0,122 | 4,360 ± 0,207 | 4,32 |
| *Penicillium* 1 | 1,640 ± 0,270 | 4,400 ± 0,141 | 2,68 |
| *Penicillium* 2 | 2,680 ± 0,409 | 5,120 ± 0,130 | 1,91 |
| Micelio estéril | 1,020 ± 0,179 | 2,680 ± 0,110 | 2,62 |

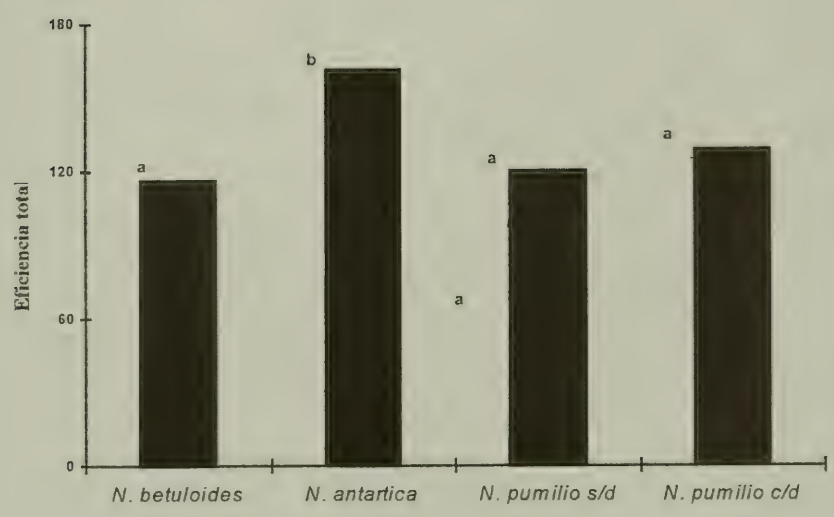



FIG. 1: Eficiencia total del suelo. Letras distintas indican diferencias significativas (p=0.05).

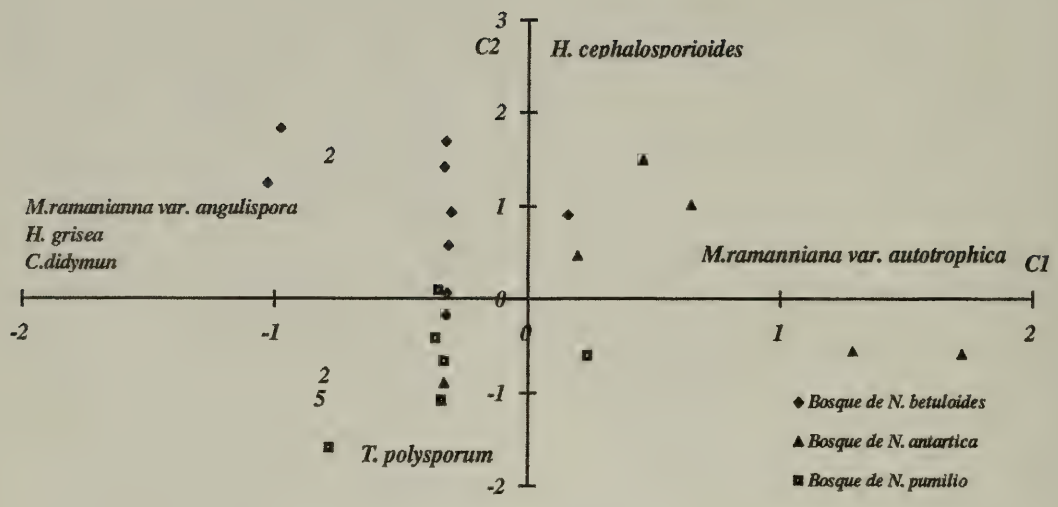



FIG. 2: Distribución de las muestras en el espacio de los componentes I y II para los bosques prístinos de *Nothofagus* de Tierra del Fuego.

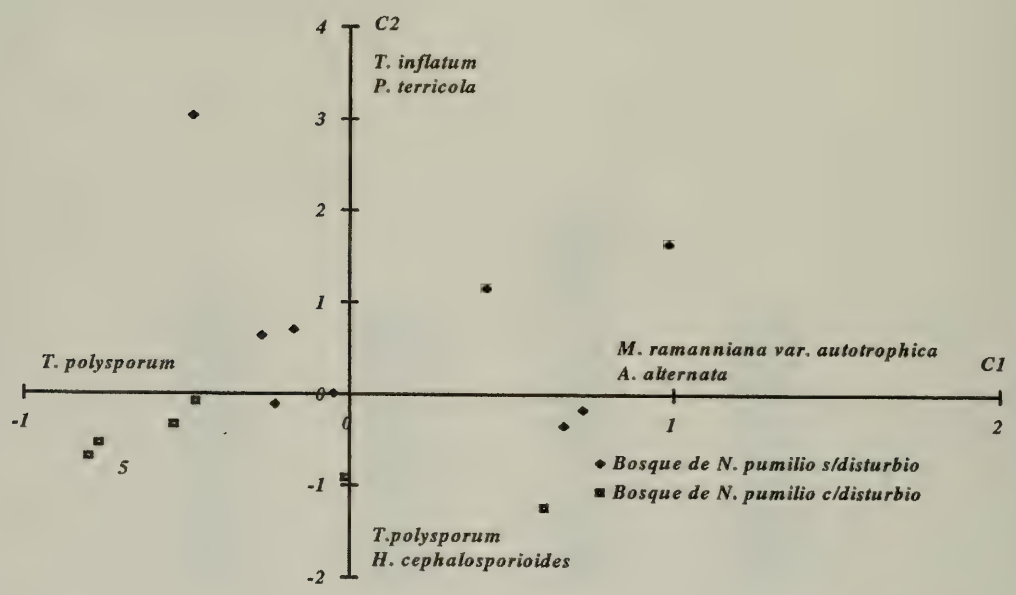



FIG. 3: Distribución de las muestras en el espacio de los componentes I y II para los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego.

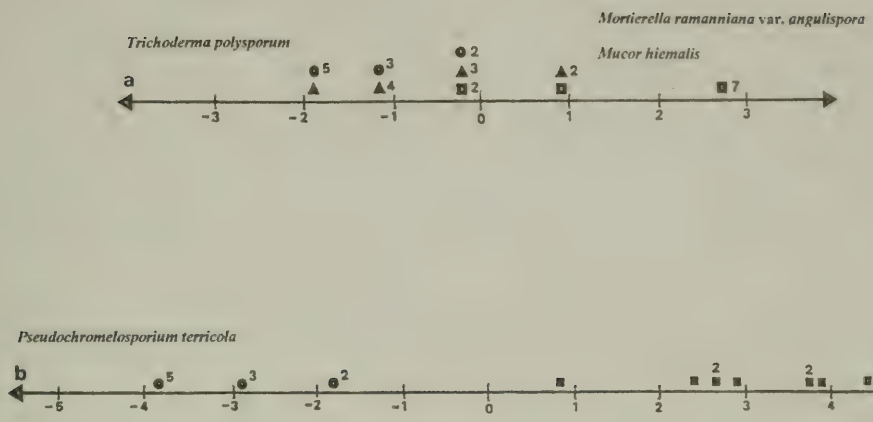



FIG. 4a: Análisis de la función discriminante de los datos de frecuencia de las especies celulolíticas de los bosques prístinos de *Nothofagus* de Tierra del Fuego. 4b. Análisis de la función discriminante de los datos de frecuencia de las especies celulolíticas de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego.

## ANALISIS DE LAS COMUNIDADES

La Figura 2 muestra el análisis de los componentes principales para los bosques prístinos de *Nothofagus*. Los dos primeros componentes derivados del análisis efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (20 sp x 30 muestras) explicaron el 77.23 % de la variación entre las muestras en relación a las especies presentes y sus valores de frecuencia. El componente 1 muestra la segregación de 5 muestras del bosque de ñire (*N. antarctica*) en el sector positivo del eje. Está caracterizado por *Mortierella ramanniana* var. *autotrophica*. En el sector negativo del eje o bien cercano a 0 se distribuyen los censos del bosque de *N. betuloides* y *N. pumilio*, estas muestras están caracterizadas por la alta frecuencia de *Cylindrocarpon didymum* (Hartig) Wollenw., *Humicola grisea* y *M. ramanniana* var. *angulispora* (Naumov) Linnem.

Este componente está asociado con diferencias en la disponibilidad de la celulosa (material herbáceo en la superficie del suelo del bosque de *N. antarctica vs.* madera en la superficie del suelo del bosque de *N. pumilio* y *N. betuloides).*

El componente 2 asociado a la cantidad de hojarasca en la superficie del suelo muestra la segregación de 19 muestras, 10 de las cuales corresponden al bosque de guindo (*N. betuloides*), que se ubican en el sector positivo del eje, caracterizado por *Humicolopsis cephalosporioides*, y 9 correspondientes al bosque de *N. pumilio* que se ubica en el sector negativo del eje que está caracterizado por *Trichoderma polysporum.*

Esta segregación fue analizada mediante análisis de discriminantes (AD) utilizando como variable de agrupamiento el tipo de bosque. Este análisis dio como resultado una función que explica el 100 % de la varianza total (Wilks'lambda=0.3146, $p<0.05$) y estuvo asociada con *Trichoderma polysporum* (Figura 4a).

La clasificación general obtenida del análisis discriminante indica que el 63.3% de las muestras estuvieron clasificadas correctamente (Tabla IV ). El porcentaje mas bajo de clasificación se registró en el bosque de ñire (*N. antarctica*) , lo que explica la dispersión de los censos (Figura 2).

La Figura 3 muestra el análisis de los componentes principales para dos bosques de lenga (*N. pumilio*) uno con disturbio (Termas de Río Valdez) y el otro sin disturbio (Lag. Victoria), los dos primeros componentes derivados del análisis efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (20 sp x 20 muestras) explicaron el 74.59 % de la

variación entre las muestras en relación a las especies presentes y sus valores de frecuencia. El componente 1 esta caracterizado por *M. ramanniana* var. *autotrophica, A. alternata* y el componente 2 en el sector positivo del eje, por *Tolypocladium inflatum* y *Pseudochromelosporium terricola* y en el sector negativo por *Trichoderma polysporum* y *Humicolopsis cephalosporioides.*

La combinación de ambos ejes permite separar al bosque de *N. pumilio* de acuerdo al grado de disturbio (la cantidad de hojarasca sobre el bosque disturbado es mayor). Esta segregación fue analizada mediante análisis de discriminantes (AD) utilizando como variable de agrupamiento el disturbio, Figura 4b. Este análisis dio como resultado una función que explica el 100 % de la varianza total (Wilks'lambda=0.0814, p<0.01) y estuvo asociada con *Pseudochromelosporium terricola.*

La clasificación general obtenida del análisis discriminante indica que el 100% de las muestras estuvieron clasificadas correctamente (Tabla V).

TABLA IV: Clasificación del análisis discriminante basado en los datos de hongos celulolíticos de los distintos tipos de bosque de *Nothofagus* de Tierra del Fuego usando el tipo de bosque como variable discriminante.

| Grupo | % Clasificación correcta | Bosque de *N. antartica* | Bosque de *N. pumilio* | Bosque de *N. betuloides* |
|---|---|---|---|---|
| Bosque de *N. antartica* | 30 | 3 | 5 | 2 |
| Bosque de *N. pumilio* | 80 | 2 | 8 | 0 |
| Bosque de *N. betuloides* | 80 | 2 | 0 | 8 |
| Total | 63,3 | 10 | 7 | 13 |

TABLA V: Clasificación del análisis discriminante basado en los datos de hongos celulolíticos de los distintos tipos de bosque de *Nothofagus pumilio* (con y sin disturbio) de Tierra del Fuego usando el disturbio como variable discriminante.

| Grupo | Clasificación correcta % | Bosque de *N. pumilio* disturbado | Bosque de *N. pumilio* sin disturbio |
|---|---|---|---|
| Bosque de *N. pumilio* disturbado | 100 | 10 | 0 |
| Bosque de *N. pumilio* sin disturbio | 100 | 0 | 10 |
| Total | 100 | 10 | 10 |

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

La especialización de los microorganismos en la degradación de la celulosa es beneficiosa desde el punto de vista ecológico, ya que el complejo enzimático se reprime en distintos puntos, cuando la concentración de azúcares fácilmente utilizables aumenta. Esto explica porque los organismos celulolíticos pueden utilizar un grupo importante de compuestos diferentes, colonizando simultáneamente varios sustratos, aún los presentes en bajas concentraciones (Lungdahl & Eriksson 1985); constituyendo esta capacidad el principal determinante para competir saprofíticamente (Loockwood 1992; Loockwood & Folonow 1981).

El conocimiento de la velocidad de crecimiento y la actividad enzimática en conjunto permite inferir cual puede el rol de las distintas especies en la sucesión. El índice propuesto en este trabajo considera estos dos parámetros aunque no tiene en cuenta las interacciones positivas y negativas de la especie con el resto de la comunidad.

Las experiencias que se realizan en laboratorio en condiciones controladas, generalmente utilizan como sustrato CMC, celulosa amorfa o cristalina pura o en distintas mezclas, o

diversas fibras (rayon, celofán, papel de filtro) (Domsch & Gams 1969; Flanagan 1981).

Esto es una aproximación de lo que ocurre en la naturaleza ya que en ella esta actividad está afectada por un número importante de factores tales como la disponibilidad del sustrato, pH, composición mineral y disponibilidad de nutrientes que se refleja en cambios en la actividad celulolítica de una misma especie en distintos suelos (Lungdahl & Eriksson 1985).

Gillespie *et al.* 1988 han encontrado que en casos extremos, las especies que son muy activas en algunos suelos no lo son en otros, en los bosques de *Nothofagus* la variabilidad de los distintos aislamientos de una misma especie tanto en el crecimiento como en la celulolisis es baja.

La habilidad de descomponer celulosa en forma mas o menos eficiente ha sido usado para clasificar a los hongos en grupos ecológicos relacionados con el aprovechamiento del sustrato. Sin embargo la baja velocidad de hidrolizar celulosa no indica que la adaptación para crecer en celulosa sea pobre, ya que no sólo es importante la velocidad de celulolisis sino su relación con la producción de carbohidratos respirables necesarios para el crecimiento de determinada especie (Garret 1975).

Los hongos cuando crecen como quimioheterótrofos al ser expuestos a una variedad de sustratos exhiben un amplio grado de versatilidad en relación con la utilización del mismo. La calidad del sustrato y la producción de enzimas en relación con la fuente carbonada disponible es el determinante de la distribución de las especies con respecto al recurso (Dix & Webster 1995).

Diferentes microorganismos de distintos suelos tienen diferencias significativas en su capacidad de atacar residuos de plantas nativas (Dighton 1997). Así, el sistema descomponedor de celulosa, del bosque de *N. antartica* es mas eficiente, ya que cicla, el aporte generado por las gramíneas que crecen en la superficie del suelo. Este residuo ofrece mayor disponibilidad de sustrato facilmente aprovechable.

En nuestro estudio, la diversidad de especies celulolíticas es baja lo que es bastante frecuente en sitios con baja temperatura (Bunnell *et al.* 1980) y la composición y frecuencia específica de los hongos permite diferenciar los bosques prístinos de Tierra del Fuego.

En el bosque de *N. betuloides* (guindo) y el de *N. pumilio* (lenga) la celulosa se encuentra formando parte de la madera y de la hojarasca que cae al suelo, por lo tanto no está facilmente disponible. En el de *N. betuloides* las hojas son coriáceas, perennes y de descomposición lenta, en cambio en el de *N. pumilio* las hojas son subcoriáceas y caducifolias, por lo tanto de mas fácil degradación. Esto establece las diferencias entre los dos suelo que se traduce en las diferencias de las comunidades celulolíticas.

El bosque de *N. antartica* tambien posee hojarasca y madera en la superficie del suelo pero además se encuentran gramíneas, que proveen de una fuente de celulosa fácilmente disponible, a la comunidad del suelo y establecen una gran diferencia en el grupo de hongos celulolíticos dominados por *T. polysporum* (Domsch & Gams 1969).

Al establecer un disturbio en el bosque, se establecen diferencias en el número de especies y frecuencias ya que existe un crecimiento compensatorio de las especies resistentes al disturbio (Tilman 1996), que permiten separar los dos bosques de *Nothofagus pumilio* en base a los hongos celulolíticos del suelo.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONICET y a los directores de la Flora Criptogámica de Tierra del Fuego, que hicieron posible la realización de este estudio.

## BIBLIOGRAFIA

BISSETT, J. & P. WIDDEN. 1972. An automatic multichamber soil washing apparatus for removing fungal spores from soil. Canad. J. Microbiol. 18: 1399-1404.

BUNNELL, F.L., O.K. MILLER, P.W. FLANAGAN & R.E. BENOIT. 1980. Tundra microflora: composition, biomass and environmental relations. In: An Arctic ecosystem: The coastal tundra of Northern Alaska. Editors: J. Brown, J., L. Tretzen & F. L. Bunnell. Dowden, Hutchinson & Ross. Stroudsburg. Pennsylvania. EE.UU. 123 – 138 pp.

COOKE, R.C. & J.M. WHIPPS. 1993. Ecophysiology of fungi. Blackwell Scientific Publications. Londres. 337 pp.

DEACON, J. W. 1979. Cellulose decomposition by *Pythium* and its relevance to substrate-groups of fungi. Trans. Br. Mycol. Soc. 72: 469-477.

DEACON, J. W. 1985. Decomposition of filter paper cellulose by thermophilic fungi acting singly, in combination, and in sequence. Trans. Br. Mycol. Soc. 85: 663-669.

DIGHTON, J. 1997. Nutrient cycling by saprotrophic fungi in terrestrial habitats. The Mycota IV. Enviromental and microbial relationships. K. Esser & P.A. Lemke. Springer-Verlag. Berlin. pp: 227-280.

DIX, N. J. & J. WEBSTER. 1995. Fungal ecology. Chapman & Hall. Londres. 549 pp.

DOMMERGES, J. & F. MANGENOT. 1970. Ecologie Microbinne du sol. Masson et Cie. Editeurs. 437 pp.

Domsch, K. H. & W. GAMS. 1969. Variability and potential to decompose pectin, xylan and carboxymethyl cellulose. Soil Biol. & Biochem. 1: 29-36.

EENARI, T.M. & P. MARKKANEN. 1977. Production of cellulolytic enzymes by fungi. Adv. Biochem. Enz. 5: 1-24.

FAO. Unesco 1968. Definitions of soil units for the soil map of the world. Report N° 33 Roma. 108 pp.

FLANAGAN, P.W. 1981. Fungal taxa, physiological groups and biomass: a comparison between ecosystems. The fungal community. Wicklow, D.T. & G. C. Carroll. Marcell Dekker. Nueva York. pp: 569-592.

GARRET, S.D. 1975. Cellulolysis rate and competitive saprophytic colonisation of wheat straw by foot-rot fungi. Soil Biol. Biochem. 7: 323-327.

GILLESPIE, J., P.M. LATTER & P. WIDDEN. 1988. Cellulolysis of cotton by fungi in three upland soils. Cotton Strip assay: An Index of decomposition in soils. A. F. Harrison, P. M. Latter & D.W. H. Walton. Institute of terrestrial ecology. Grange-over-Sands. England. pp: 60-67.

GODEAS, A.M., A.M. ARAMBARRI & I.J. GAMUNDI. Micosociología en los bosques de *Nothofagus* de Tierra del Fuego. I. Diversidad, abundancia y fenología. Anal. Acad. Nac. Cs. Ex. Fis. Nat., tomo 45: 291 – 302 pp.

KENKEL, N.C. & T. BOOTH, 1992. Multivariate analysis in fungal ecology. The fungal community, D.T. Wicklow & G. C. Carroll. Marcell Dekker. Nueva York. pp: 209-228.

KJOLLER, A., M. MILLER, S. STRYWE, V. WOLTERS & A. PLUG. 2000. Diversity and role of microorganisms. En: Schulze ED. (ed.) Carbon and nitrogen cycling in European forest ecosystems: Springer-Verlag. Berlín, Germany. pp: 382-402.

LOOCKWOOD, J. L. 1992. Exploitation competition. The fungal community. D.T. Wicklow & G. C. Carroll. Marcell Dekker. Nueva York. pp: 243-263.

LOOCKWOOD, J. L. & A.B. FOLONOW. 1981. Responses of fungi to nutrient-limiting conditions and to inhibitory substances in natural habitats. Adv. in Microbial Ecol. 5: 1-61.

LLUNGDHAL, L.G. & K.E. ERIKSSON. 1985. Ecology of microbial cellulose degradation. Adv. in Microbial Ecol. 8: 237-99.

MAGNELLI, P., A.E. MARTÍNEZ & O. MERCURI. 1997. Método simple para determinar actividad celulolítica en hongos. Rev. Arg. Microb. 29 (4): 210-214.

NEVALAINEN, H. & M. Penttilä. 1995. Molecular Biology of cellulolytic fungi. The Mycota II. Genetics and Biotechnology. K. Esser & P. A. Lemke. Springer Velag. Berlin. pp: 303-320.

OHTONEN, R., S. AIKIO & H. VARE. 1997. Ecological theories in soil biology. Soil Biol. Biochem. 29: 1613-1619.

SIU, R.G.H. 1951. Microbial decomposition of cellulose. Reinhold. Nueva York. 348 pp.

TILMAN, D. 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. Ecology 77: 350-363.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE SOIL SURVEY STAFF, 1960. Soil Classification, a comprehensive system, 7th Approximation, Washington. 264 pp.

WICKLOW, D.T. & D.H. YOKOM. 1981. Fungal species numbers and decomposition of rabbit faeces. Trans. Br. Mycol. Soc. 76: 29-32.

Fecha de publcación: 30 de mayo de 2002

Gayana 58(2): 133-137, 2001 ISSN 0016-5301

# RECUENTOS CROMOSOMICOS EN PLANTAS QUE CRECEN EN CHILE. I.

## *CHROMOSOMES REPORT FROM PLANTS ARE GROWING IN CHILE. I.*

Carlos M. Baeza (*), Gabriele Kottirsch (*), Jaime Espejo (**) & Rodrigo Reinoso (*)

RESUMEN

Se entregan datos citológicos del número diploide de cromosomas de 15 especies de la flora vascular de Chile. Se utiliza material de raíces provientes de plántulas y bulbos cultivados en invernaderos. Las plantas estudiadas corresponden a representantes de Alstroemeriaceae, Asteraceae, Gomortegaceae, Iridaceae, Lauraceae, Orchidaceae, Poaceae y Tecophilaeaceae.

PALABRAS CLAVES: números cromosómicos, flora vascular de Chile.

ABSTRACT

This article reports cytological data on diploid chromosome numbers of 15 species from the Chilean flora, based on root material originating from greenhouse-grown seedlings and bulbs. Studied taxa belong to the Alstroemeriaceae, Asteraceae, Gomortegaceae, Iridaceae, Lauraceae, Orchidaceae, Poaceae and Tecophilaeaceae.

KEYWORDS: Chilean vascular flora, chromosome numbers.

## INTRODUCCION

Se estima que el conocimiento citológico de las Angiospermas (número de cromosomas) es aproximadamente de un 13% a nivel mundial (Stuessy, comunicación personal). En muchos casos, estos datos sólo provienen de un recuento para cada taxón, lo cual no es suficiente para definir poliploidias o aneuploidias infraespecíficas, por ejemplo. En Chile existen pocos estudios detallados sobre los mecanismos evolutivos en complejos de especies y existe además una carencia casi absoluta de recuentos cromosómicos en plantas vasculares (Stuessy y Taylor 1995). Estos constituyen aspectos relevantes para evaluar la biodiversidad de una región particular, con gran importancia fitogeográfica, por ejemplo, los bosques templados del Sur de Chile y permitir el conocimiento sobre el origen de la flora y comprender la estructura y dinámica actual de la vegetación. (Arroyo *et al.* 1993). Dado que más o menos un 45% de la flora de Chile continental es endémica (Marticorena 1990), la falta de conocimiento citológico básico de nuestra flora representa una falta de información evolutiva de gran importancia para estudios poblacionales, filogenéticos, entre otros. Con este trabajo se da inicio a un proyecto que tiene como objetivo principal entregar información sobre recuentos cromosómicos de la flora vascular de Chile.

(*) Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Departamento de Botánica, Casilla 160-C, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. (**) Forestal y Agrícola Monteáguila S.A. (FAMASA), Casilla 32-D, Los Angeles, Chile.

## MATERIALES Y METODOS

La metodología seguida es la indicada por Gerlach (1969). El material proviene de plántulas o bulbos recolectados en terreno y mantenidos en invernaderos o de semillas germinadas en placas petri. Hay conteos que provienen de material viverizado en Forestal Monteáguila S.A. (FAMASA). Se consideran un mínimo de 10 placas metafásicas por individuo para el conteo final. El material de referencia está depositado en el Herbario del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción (CONC).

## RESULTADOS

ALSTROEMERIACEAE
*Alstroemeria ligtu* L. 2n = 16
*Alstroemeria presliana* Herb. ssp. *australis* E. Bayer 2n = 16

ASTERACEAE
*Hypochaeris apargioides* Hook. et Arn. 2n= 8 (Fig. 1)
*Hypochaeris radicata* L. 2n= 8
*Hypochaeris tenuifolia* (Hook. et Arn.) Griseb. 2n= 8 (Fig. 2)
*Noticastrum erectum* J. Remy 2n= 18 (Fig. 3)
*Noticastrum sericeum* (Less.) Less. ex Phil. 2n= 18

GOMORTEGACEAE
*Gomortega keule* (Molina) Baillon 2n= 42

IRIDACEAE
*Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt 2n= 42 (Fig. 4)

LAURACEAE
*Beilschmiedia berteroana* (Gay) Kosterm. 2n= 24
*Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm. 2n= 24

ORCHIDACEAE
*Chloraea crispa* Lindl. 2n= 42 (Fig. 5)

POACEAE
*Gymnachne koelerioides* (Trin.) Parodi 2n= 28
*Trisetum caudulatum* Trin. 2n= 42

TECOPHILAEACEAE
*Conanthera bifolia* Ruiz et Pav. 2n= 28

## CONCLUSIONES

De los 15 recuentos cromosómicos entregados, 8 corresponden a nuevos registros para la flora de Chile: *Alstroemeria presliana* ssp. *australis*, *Beilschmiedia miersii*, *Chloraea crispa*, *Conanthera bifolia*, *Gymnachne koelerioides*, *Noticastrum erectum*, *N. sericeum* y *Trisetum caudulatum*. De las especies restantes ya existían conteos previos, los cuales se corresponden con los entregados en este trabajo. Existe abundante información citológica acerca de *Hypochaeris radicata*, especie adventicia de la flora de Chile, proveniente de Europa. De las otras especies de *Hypochaeris*, *H. apargioides* e *H. tenuifolia*, sólo existen registros previos de Baeza *et al.* (2000) para *H. apargioides* y de Weiss *et al.* (2002) para *H. apargioides* e *H. tenuifolia*. Goldblatt y Takei (1997) señalan un número diploide de 42 cromosomas para *Herbertia lahue*, el mismo número encontrado en este trabajo para la población estudiada. Respecto a *Gomortega keule*, Goldblatt (1976) indica un 2n= 42 para esta especie. Es interesante indicar que los cromosomas de *G. keule* son extremadamente pequeños, no mayores de 3 µm de longitud. Bayer (1987) indica un 2n= 16 para las especies chilenas de *Alstroemeria* y La Cour (1956), Tsuchiya y Hang (1989) y Buitendij y Ramanna (1996) señalan el mismo número para *Alstroemeria ligtu*, lo que se corresponde con lo observado en este trabajo. Por último, Raven (1975) cuenta para *Beilschmiedia berteroana* un número cromosómico somático de 24, situación que se repite con el material observado en este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo prestado por el proyecto Fondecyt Nº 1000364 y por los proyectos DIUC Nº 99.111.020-1-3, DIUC Nº 97.111.017-1.0 y CONICYT/DAAD Nº 2001-02-164.

## BIBLIOGRAFIA


ARROYO, M.T.K., J. ARMESTO, F. SQUEO & J. GUTIÉRREZ. 1993. Global Change: The flora and vegetation of Chile. En H. MOONEY, E. FUENTES & B. KRONBERG (eds). Earth Systems response to Global Change: Contrast between North and South America. Academic Press, New York, pp. 239-264.

BAEZA, M., J. GRAU, M. VOSYKA, T. STUESSY & H. WEISS. 2000. Recuentos cromosómicos en especies de *Hypochaeris L.* de Chile. Gayana Bot. 57(1): 105-106.

BAYER, E. 1987. Die Gattung *Alstroemeria* in Chile. Mitt. Bot. Staatssamml. München 24: 1-362, 8 lám.

BUITENDIJ, J. & M. RAMANNA. 1996. Giemsa C-banded karyotypes of eight species of *Alstroemeria* L.. and some of their hybrids. Ann. Bot. (London) 78: 449-457.

GERLACH, D. 1969. Botanische Mikrotechnik. Eine Einführung. Georg Thieme Verlag. Stuttgart. 298 pp.

GOLDBLATT, P. 1976. Chromosome number in *Gomortega keule*. Ann. Missouri Bot. Gard. 63: 207-208.

GOLDBLATT, P. & M. TAKEI. 1997. Chromosome cytology of Iridaceae-patterns of variation, determinations of ancestral base numbers, and modes of karyotype change. Ann. Missouri Bot. Gard. 84: 285-304.

LA COUR, L.F. 1956. Chromosome atlas of flowering plants. In: C.D. Darlington & A.P. Wylie (eds.). New York. Macmillan Company. 519 pp.

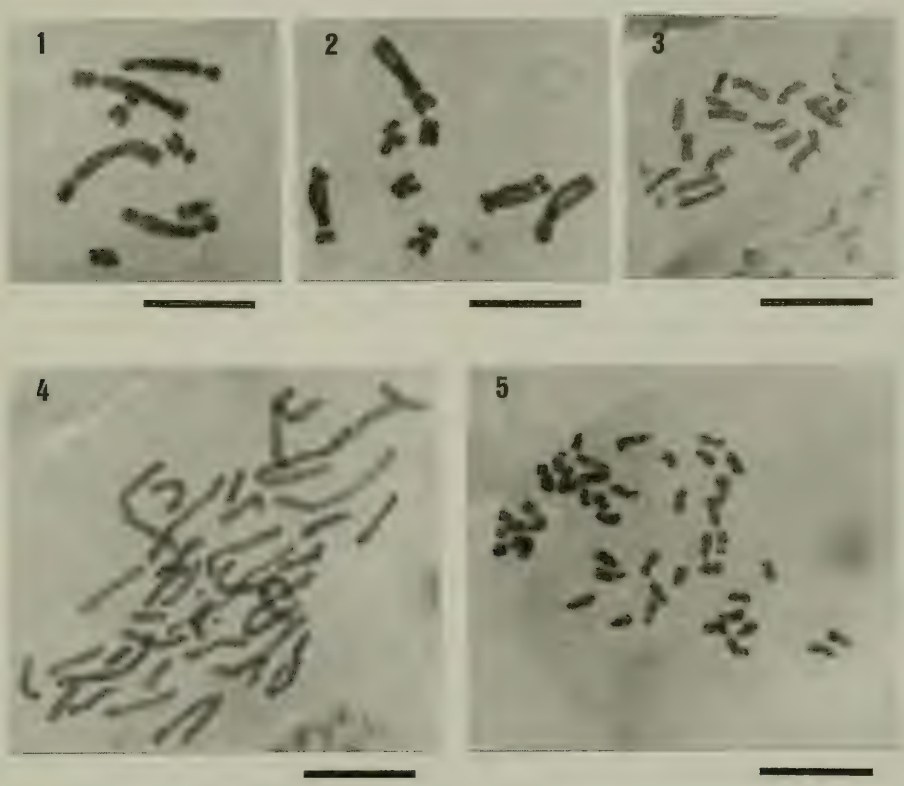
MARTICORENA, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana, Bot. 47(3-4): 85-113.

RAVEN, P.H. 1975. The bases of Angiosperm phylogeny: cytology. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 724-764.

STUESSY, T. & C. TAYLOR. 1995. Evolución de la flora chilena. En C. Marticorena & R. Rodríguez (eds). Fl. Chile 1: 85-118.

TSUCHIYA, T. & A. HANG. 1989. Cytogenetics in the genus *Alstroemeria*. Herbertia 45: 163-170.

WEISS, H., T. STUESSY, J. GRAU & M. BAEZA. 2002. Chromosome reports from South American *Hypochaeris* (Asteraceae). Ann. Missouri Bot. Gard. (in press).


FIGS. 1-5: Placas metafásicas. 1: *Hypochaeris apargioides* (2n= 8), 2: *Hypochaeris tenuifolia* (2n= 8), 3: *Noticastrum erectum* (2n= 18), 4: *Herbertia lahue* (2n= 42), 5: *Chloraea crispa* (2n= 42). La barra corresponde a 10 µm.

Anexo
Procedencia del material

*Alstroemeria ligtu* L.

VIII Región. Provincia de Concepción. Santa Juana, sector Pelún, 10 km salida Santa Juana a Concepción. 50 m, (37°58'S-72°59'W). 23 de agosto de 2000. J. Espejo s.n. (material viverizado FAMASA, CONC).

*Alstroemeria presliana* Herb. ssp. *australis* E. Bayer

IX Región. Provincia de Malleco. Angol. Cordillera de Nahuelbuta, cerca de entrada al Parque. 1250 m, (37º43'S-73º02'W). 23 de julio de 2001. J. Espejo s.n. (material viverizado en FAMASA, CONC).

*Beilschmiedia berteroana* (Gay) Kosterm.

VIII Región. Provincia de Ñuble, sector Larqui. 80 m, (36°43'S-72°16'W). Marzo de 1999. C. Le Quesne s.n. (material viverizado en FAMASA, CONC).

*Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm.

Región Metropolitana. Material cultivado en Santiago. Antumapu, Santa Rosa, Campus Universidad de Chile. 600 m, (33º27'S-70º40'W). Marzo de 1999. Gajardo, R. y A, Cabello s.n. (material viverizado en FAMASA, CONC).

*Chloraea crispa* Lindl.

VIII Región. Provincia de Biobío. Comuna de Yumbel. Ríos de Yahuilo. 125 m, (37º11'S-72º34'W). Diciembre-Enero 1998. Calderón, X. s.n. (Plántulas obtenidas vía semillas en medio de cultivo agarizado, depositadas en el Instituto de Biología Vegetal, Universidad de Talca, CONC).

*Conanthera bifolia* Ruiz et Pav..

VIII Región. Provincia de Concepción. Comuna de Trehuaco. Camino Las Achiras hacia Quirihue. 355 m, (36º13'S-72º45'W). 28 de noviembre de 2000. Baeza, C., López, P. y M. Parra 2094 (CONC).

*Gomortega keule* (Molina) Baillon

VIII Región. Provincia de Concepción. Comuna de Tomé, sector San José. 125 m, (36°41'S-72°57'W). 14 de Abril de 1999. Le Quesne, C. y J. Espejo s.n. (material viverizado en FAMASA, CONC).

*Gymnachne koelerioides* (Trin.) Parodi

VIII Región. Provincia de Arauco. Comuna de Lebu. Sector Boca Lebu Norte, terreno cosechado de *Eucalyptus globulus*. 150 m, (37º35'S-73º37'W). 22 de noviembre de 2000. Baeza, C. y R. Rodríguez 1904 (CONC).

*Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt

VIII Región. Provincia de Concepción. Comuna de Trehuaco. Sector Mela, cerro al lado de la playa. 30 m, (36º20'S-72º56'W). 28 de noviembre de 2000. Baeza, C., López, P. y M. Parra 2046 (CONC).

*Hypochaeris apargioides* Hook. et Arn.

VIII Región. Provincia de Biobío. Comuna de Antuco. Parque Nacional Laguna del Laja, sector Lagunillas. 945 m, (37º23'S-71º25'W). 22 de enero de 2001. Baeza, C., Parra, M. y C. Torres 2953. (CONC).

*Hypochaeris radicata* L.

VIII Región. Provincia de Biobío. Comuna de Negrete. Camino de Negrete a Mulchén, en bosque de *Eucalyptus globulus* de 4 años. 209 m, (37º44'S-72º21'W). 26 de marzo de 2001. Baeza, C. y R. Rodríguez 3841. (CONC).

*Hypochaeris tenuifolia* (Hook. et Arn.) Griseb.

VIII Región. Provincia de Biobío. Comuna de Antuco. Parque Nacional Laguna del Laja, ladera de un cerro, cerca de 1 km de la aduana chilena, desde Argentina. 1458 m, (37º28'S-71º18'W). 23 de enero de 2001. Baeza, C., Parra, M. y C. Torres 3106. (CONC).

*Noticastrum erectum* J. Remy

VIII Región. Provincia de Biobío. Comuna de Antuco. Cerro Pilque, transecta desde los 700 a los 910 m. (37º20'S-71º37'W). 9 de marzo de 2001. Baeza, C., Hernández, C., Molina, M., Parra, M. y C. Torres 3662 (CONC).

*Noticastrum sericeum* (Less.) Less. ex Phil.

VIII Región. Provincia de Biobío. Comuna de Antuco. Parque Nacional Laguna del Laja, sector Lagunillas. 945 m, (37º23'S-71º25'W). 22 de enero de 2001. Baeza, C., Parra, M. y C. Torres 2954 (CONC).

*Trisetum caudulatum* Trin.

VIII Región. Provincia de Concepción. Comuna de Trehuaco. Camino Trehuaco a Mela, km 5. 35 m, (36º25'S-72º41'W). 28 de noviembre de 2000. Baeza, C., López, P. y M. Parra 1985 (CONC).

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2002

Gayana 58(2): 139-142, 2001 ISSN 0016-5301

# EXTENSION DEL LIMITE SUR PARA *NOTHOFAGUS GLAUCA* (PHIL.) KRASSER

# *NEW SOUTHERN LIMIT FOR* NOTHOFAGUS GLAUCA *(PHIL.) KRASSER*

Carlos Le-Quesne[1] & Luis Sandoval[2]


## RESUMEN

Dentro del género *Nothofagus* en Chile se reconocen dos especies con problemas de conservación, una de los cuales corresponde a *N. glauca*. Este árbol se desarrolla en la zona mediterránea de Chile central y se mantiene en poblaciones sometidas a un intenso proceso de fragmentación.
La presente nota entrega antecedentes acerca de un rodal localizado en la precordillera andina, 100 km al sur del límite de distribución conocido para la especie. Se comentan aspectos sobre la estructura del rodal y la importancia de procurar la conservación de este enclave.


Palabras clave: conservación, fragmentación forestal, población marginal, *Nothofagus*, Chile


## ABSTRACT

*Nothofagus glauca* (Hualo) is an endangered tree from the Mediterranean region of Central Chile, whose natural habitat is currently undergoing severe fragmentation.
This brief communication reports an outlier population located in the Andean foothills, 100 km south of the previously recognized southern distributional limit. Stand structure is briefly described, and the importance of conserving this marginal population is highlighted.


Key words: conservation, forest fragmentation, marginal population, *Nothofagus*, Chile.

## INTRODUCCION

*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser (Hualo) es un árbol endémico de Chile central, considerado como la especie más representativa de los bosques mediterráneos del género (Ibarra & Mougues 1976, Donoso 1993). Debido a la profunda transformación que ha experimentado su hábitat, *N. glauca* ha sido declarada especie vulnerable en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit 1989).

La distribución geográfica documentada para esta especie abarca desde 34°01'en la localidad de Alhué hasta 36°20' S en el río Ñuble. En la cordillera de la costa ocupa altitudes entre 150 y 800 m, mientras que en los Andes se localiza bajo los 1200 m (Rodríguez *et al.* 1983, Serra *et al.* 1986, San Martín & Donoso 1997). Baeza *et al.* (2001) citan una población de Hualo cerca de Quile, Prov. de Ñuble (36º02'S-72º42'W), localidad cercana a Cobquecura, donde esta especie había sido colectada anteriormente (Rodríguez *et al.* 1983). La presente nota tiene por propósito describir una nueva población de Hualo, que extiende el límite latitudinal sur conocido para la especie.

## AREA DE ESTUDIO

El sitio se encuentra ubicado 0,5 km al noreste del poblado de Quilleco, en el límite oriente del Llano Central en la provincia de Bio-Bio. Su ubicación geográfica está dada por las coordenadas 37° 27´ S-71°58´ W, con una cota altitudinal de 340 m (Fig. 1).

1 Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile
2 CorporaciónNacional Forestal, Serrano 529, Concepción, Chile.

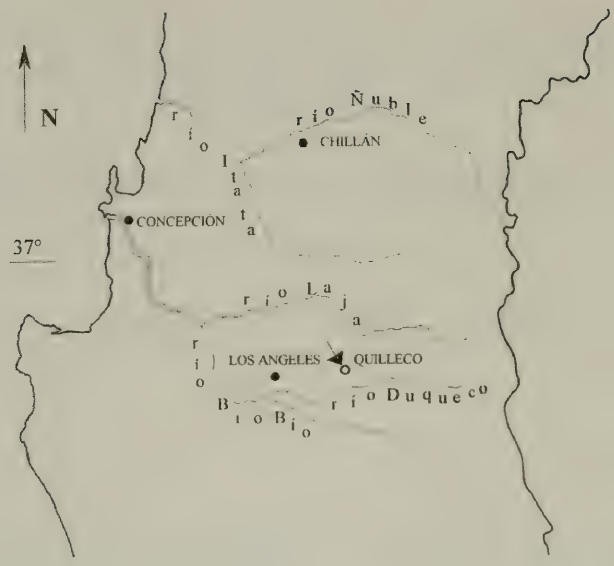



FIG.1: Localización del sitio con *Nothofagus glauca* en Quilleco (flecha), al este de Los Ángeles.

Las precipitaciones medias anuales fluctúan entre 1200 y 1500 mm, con un periodo de tres meses secos en verano. Las temperaturas medias del mes más cálido (enero) oscilan entre 18 y 20° C y las del mes más frío (julio) entre 6 y 8° C (SERPLAC 1976).

Aunque el terreno presenta una fisonomía ondulada de pendiente suave, existen signos notorios de erosión. De acuerdo a IREN (1964, 1972) los suelos corresponden a las series Collipulli y Santa Bárbara, caracterizadas por un buen drenaje y una restricción moderada al arraigamiento. El área se encuentra circunscrita hacia el norte y el este por extensas llanuras cubiertas de sedimentos arenosos provenientes del cono de deyección originado por la Laguna Laja.

## METODOLOGIA

Apoyado en fotografías aéreas se realizó un reconocimiento del rodal en terreno, identificando los límites con presencia de Hualo dentro de una superficie dominada por bosques secundarios de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. (Roble) y especies esclerófilas. A cada ejemplar se le registró el DAP (diámetro a la altura del pecho, 1,3 m) con cinta diamétrica. Mediante hipsómetro y cinta de distancia se midió la altura a 10 árboles dominantes.

## RESULTADOS

La población comprende alrededor de 200 ejemplares de *N. glauca*, distribuidos en una superficie aproximada de 1 ha (Muestra depositada en Herbario CONC N° 149807 ). La identificación de Hualo además del follaje se basó en la corteza, conformada por múltiples láminas, característica muy conspicua de la especie (Fig. 2).

El DAP promedio alcanza a 16,2 ± 8,3 cm, con un rango que oscila entre 6 y 42 cm, mientras que la altura promedio de los árboles dominantes alcanza a 17,5 m. Un total de 168 tocones entre 7 y 58 cm, con un diámetro promedio de 19,3 ± 9,1 cm, evidencian las cortas extractivas y la intensa presión de uso que exhibe el rodal. Bajo los árboles no se observa acumulación de hojarasca, rasgo también indicativo del grado de alteración que exhibe el rodal.

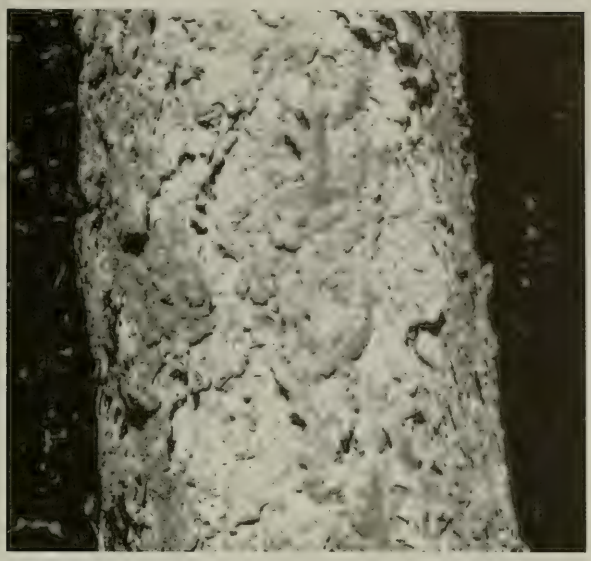


Fig. 2: Corteza característica de *Nothofagus glauca* con delgadas láminas que se desprenden al tacto.

Las principales especies acompañantes se indican en el siguiente listado: *Lomatia hirsuta*, *Luma apiculata*, *Maytenus boaria*, *Nothofagus obliqua*, *Persea lingue* (escaso), *Quillaja saponaria*, *Schinus polygama*, *Azara integrifolia*, *Aristotelia chilensis*, *Baccharis sp.*, *Colletia hystrix*, *Myoschilos oblongum*, *Sophora mayu*, *Cissus striata*, *Lardizabala biternata*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Galium hypocarpium*, *Osmorhiza berteroi*. Dentro de las especies alócotonas cabe mencionar: *Pinus maritima*, *Pinus radiata*, *Rosa mosqueta*, *Teline monspessulana* y *Prunus sp.*

Aunque existen evidencias del ingreso de ganado y el piso del bosquete se encuentra intercalado con una pradera de especies alóctonas, el sitio exhibe regeneración de *N. glauca*.

Parte del rodal ha sido afectado recientemente por el efecto del fuego, como se constata en la base parcialmente carbonizada de algunos fustes. Además, la extracción de madera ha inducido la proliferación de brotes epicórmicos en la base de los tocones. Una parte de los tocones exhibe un manifiesto estado de descomposición, sin evidencias de rebrote. El hábito multifustal de algunos ejemplares y las cicatrices transversales en tocones antiguos revelan cortas pasadas.

El examen del follaje, durante la temporada estival 2000-2001, permitió detectar sólo escasas semillas, la mayoría perforadas por insectos y adheridas a las cúpulas.

## DISCUSION

La ubicación de la especie en torno a 100 km al sur de la distribución conocida, plantea interrogantes acerca de la distribución pasada de la especie. Conviene recordar que Hualo presenta una capacidad de dispersión limitada, ya que se trata de la especie con semilla de mayor tamaño (ca. de 2 cm) dentro del género *Nothofagus* en Chile (Reiche 1909, Rodríguez *et al.* 1983). Es probable que esta población quedara separada a causa de los enormes flujos de detritos removidos hasta la Depresión Central por la ruptura de la Laguna Laja. Este evento catastrófico originó un gran abanico aluvial que se produjo con posterioridad al represado de la laguna por una erupción, cuyos depósitos datan de 9700±600 A.P. (Thiele *et al.* 1998).

Se reconoce una serie de factores antrópicos que operan de forma negativa sobre esta reducida población de Hualo, los que ponen en serio riesgo de extinción local a la especie.

Se estima que la reproducción natural ofrece un adecuado potencial para recuperar la especie, siempre que se adopten medidas para mitigar el impacto antrópico. Entre ellas la exclusión de ganado, cuyo efecto es considerado negativo para el establecimiento de la especie (Donoso 1996). Además, se precisan medidas para evitar cortas y el uso del fuego. Se ha descrito una periodicidad

de 2 a 3 años para una adecuada producción de semillas en la especie (Donoso 1996), de manera que cabría esperar varias temporadas para lograr el establecimiento.

Procurar la mantención de este rodal, ubicado en el extremo del rango latitudinal de distribución, puede resultar clave para la conservación de la diversidad biológica a nivel interespecífico. Esta población, aislada del área principal de distribución para la especie, podría representar una deriva con menor variabilidad genética (Stern & Roche 1974). Sin embargo, la coexistencia de *N. obliqua* y *N. glauca* en esta área de contacto podría dar lugar a híbridos entre ambas especies (Donoso & Landrum 1979). Por tal motivo, sería esperable la presencia de *Nothofagus x leoni* Espinoza (Huala), lo que confiere aún mayor valor a este enclave florístico.

## AGRADECIMIENTOS

Se desea agradecer a Guillermo Rodríguez y a Max Quezada por haber proporcionado los antecedentes que permitieron ubicar el sitio. A Esteban Krause, de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), por otorgar todas las facilidades para llevar a cabo este trabajo. Finalmente a Claudio Donoso y Chris Lusk por la revisión del manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

Baeza, C., P. López & G. Kottirsch. 2001. La presencia de *Senecio gilliesii* Hook. et Arn. y *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser, en la Región del Biobío, Chile. Not. Men. Mus. Hist. Nat. 344: 7-8.

Benoit, I. 1989. Red list of Chilean terrestrial flora. CONAF, Santiago.

Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina, variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria, Santiago.

Donoso, C. 1996. Ecology of *Nothofagus* Forests in Central Chile. pp. 271-292. En: The Ecology and Biogeography of Nothofagus Forests, Veblen, T.T., Hill, R.S. y J. Read (eds). Yale University Press, Michigan, USA.

Donoso, C. & L.R. Landrum. 1979. *Nothofagus leonii* Espinosa, a natural hybrid between *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. and *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. New Zealand J. Bot. 17: 253-360.

Ibarra, M. & V. Mourgues. 1976. Estudio de las relaciones entre suelos y asociaciones forestales de *Austrocedrus chilensis* (D.Don) Florin et Boutelje y *Nothofagus glauca* (Phil.) en la precordillera de Parral. Tesis, Fac. Cs. Forestales, Universidad de Chile, Santiago.

Iren, 1964. Suelos, Publicación N°2. Descripciones del Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID. Instituto de Investigación de Recursos Naturales-CORFO, Santiago.

Iren, 1972. Materiales y Símbolos, Publicación N°1. Instituto de Investigación de Recursos Naturales-CORFO, Santiago.

Reiche, C. 1909. Un roble nuevo para Chile. Bol. Mus Hist. Nat 1(4): 67-69.

Rodríguez, R., O. Matthei & M. Quezada. 1983. Flora Arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción.

San Martín, J. & C. Donoso, C. 1996. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque Maulino de Chile. pp 153-168. En: Armesto, J.J., Villagrán, C. & M.T.K. Arroyo (eds), Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

Serplac. 1976. Atlas Regional, Región del Bio-Bio-Chile (Segunda Edición). Secretaría Regional de Planificación y Coordinación. Universidad, Católica de Chile . Imprenta Andalien, Concepción.

Serra, M.T., R. Gajardo & A. Cabello. 1986. Ficha técnica de especies amenazadas: *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser, Hualo (*Fagaceae*) especie vulnerable. Programa de Protección y Recuperación de la Flora de Chile, CONAF/UCH, Santiago.

Stern, K. & L. Roche. 1974. Genetics of Forest Ecosystems. Springer Verlag Berlin Heidelberg, Alemania.

Thiele, R., H. Moreno, S. Elgueta, A. Lahsen, S. Rebolledo & M. Petit-Breuilh. 1998. Evolución geológico-geomorfológica cuaternaria del tramo superior del valle del rio Laja. Revista Geol. Chile 25(2): 229-253.

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2002

Gayana 58(2): 143-152, 2001 ISSN 0016-5301

# ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES FUNGICAS DE LA FILOSFERA DE *PINUS TAEDA* L. (PINACEAE) I. VARIACION ESTACIONAL

# *STUDIES OF THE FUNGAL COMMUNITIES OF THE PHYLLOSPHERE OF* PINUS TAEDA *L. (PINACEAE) I. SEASONAL VARIATION.*

N. Venedikian, S. M. Bonaventura & A. M. Godeas

RESUMEN

Estudio de las comunidades fúngicas de la filósfera de *Pinus taeda L.* (*Pinaceae*) I. Variación Estacional. Las comunidades fúngicas de las hojas son dinámicas en el tiempo y el espacio. Los patrones de variación espacial y temporal de su composición reflejan el balance sucesivo de procesos poblacionales como inmigración, emigración, crecimiento y muerte de especies. La micoflora de la filósfera de *Pinus taeda* L. se ha estudiado desde la acícula joven hasta la senescente, en primavera, verano, otoño e invierno, utilizando métodos de lavado y cultivo. Se aislaron 49 taxa fúngicos de los cuales *Pestalotiopsis oxyanthi, Alternaria alternata, Cladosporium cladosporioides, C. oxysporum, C. sphaerospermum, Nigrospora oryzae, Epicoccum purpurascens, Hormonema dematioides* y las levaduras son los más importantes en la filósfera de *P. taeda.* La estructura de la comunidad fúngica se analizó aplicando análisis de componentes principales y análisis discriminante. Principalmente en las comunidades fúngicas de las acículas jóvenes y senescentes se observaron variaciones estacionales. *H. dematioides* y las levaduras caracterizaron a la comunidad fúngica de las acículas jóvenes en primavera y verano mientras que *P. oxyanthi* lo hizo en otoño e invierno. Las levaduras y MDE1 caracterizaron a la comunidad fúngica de las acículas senescentes en verano y *P. oxyanthi* en invierno.

PALABRAS CLAVES: comunidades fúngicas, filósfera, *Pinus taeda,* variación estacional.

Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1428 Buenos Aires, Argentina.

ABSTRACT

Studies of the fungal communities of the phyllosphere of *Pinus taeda L* (*Pinaceae*) I. Seasonal Variation. Fungal communities of leaves are dynamic in time and space. The patterns of spatial and temporal change in their composition reflect successive balances among the population processes of inmigration, emigration, growth and death for individual species. The phyllosphere mycoflora of *Pinus taeda* L. has been studied from the newly expanded needles to the senescent stage in the spring, summer, fall and winter seasons using serial washing and cultural method. Forty nine fungal taxa were isolated; *Pestalotiopsis oxyanthi, Alternaria alternata, Cladosporium cladosporioides, C. oxysporum, C. sphaerospermum, Nigrospora oryzae, Epicoccum purpurascens, Hormonema dematioides* and the yeasts were the most important fungi in the *P. taeda* phyllosphere. The structure of fungal community was analysed using Principal Component Analysis and Discriminant Analysis. The community of young and senescent needles was mainly influenced by climatic conditions. *H. dematioides* and the yeasts characterized the fungal communities of the young needles in spring and summer and *P. oxyanthi* in autumn and winter. The yeasts and MDE1 were predominant in the senescent needles in summer and *P. oxyanthi* was in winter.

KEYWORDS: fungal communities, phyllosphere, *Pinus taeda,* seasonal variation.

## INTRODUCCION

Las comunidades fúngicas del filoplano son sistemas abiertos, dinámicos en tiempo y espacio. Los patrones de variación temporal y espacial en la composición de microorganismos reflejan el balance

sucesivo de procesos de inmigración, emigración, crecimiento y muerte en las poblaciones (Kinkel 1992). La regulación de la dinámica de la población y de la comunidad es diferente en los sistemas abiertos respecto a sistemas más cerrados como la rizosfera (Hughes 1990).

Andrews & Kinkel (1986) definen a las hojas como islas virtuales y reconocen analogías entre la colonización de ambas.

Los hongos saprobios que crecen en la superficie de las hojas constituyen un grupo especial de organismos generalmente cosmopolitas (Kahlki *et al.* 1986), caracterizados por alta tolerancia al "stress", al disturbio y con distintos grados de competencia interespecífica (Pugh & Boody 1988). Este grupo de hongos está involucrado en la resistencia de la planta a insectos y patógenos, (Dubos & Bulit 1981) y en la descomposición de la hojarasca (Hudson 1971).

Son pocos los trabajos sobre la filósfera de especies de *Pinus* (Mishra & Das 1981; Kahlki *et al.* 1986 y Legault *et al.* 1989 a, b). El único trabajo realizado en *Pinus taeda* es el de Watson *et al.* (1974) pero el objetivo del mismo está centrado en la sucesión fúngica en la hojarasca. Sin embargo una evaluación de la diversidad microbiológica de la filósfera no sólo debe estar basada en la cuantificación e identificación de los microorganismos involucrados, sino que es esencial investigar el rol funcional a fin de definir el significado de la diversidad microbiana.

Para lograr una aproximación a la comprensión de las complejas relaciones entre los hongos y su ambiente, tanto biótico como abiótico, es necesario además aplicar un análisis estadístico que tenga en cuenta la naturaleza multivariada de esas interacciones (Kenkel & Booth 1992). Entre los estudios de la filósfera que analizan las comunidades fúngicas con métodos multivariados, se encuentran el de Cabral & Collantes (1992) en *Eucaliptus viminalis* Labill. y el de Sieber- Canavesi & Sieber (1993) en *Abies alba* Mill.

Se plantea como hipótesis que las poblaciones fúngicas que colonizan la filósfera varían según la estación climática y el estadio ontogénico de las acículas y que en períodos estivales hay una mayor disponibilidad de sustrato.

El objetivo de este trabajo es analizar la variación de la comunidad fúngica de la filósfera en función de las estaciones del año utilizando análisis de componentes principales y análisis discriminante.

## MATERIALES Y METODOS

a) Características del sitio de muestreo:

Las muestras se tomaron de una plantación de *P. taeda* de 14 años de edad, en la Estación Experimental INTA-Delta de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (34º 09' S y 58º 57' O).

El clima de la región es subtropical marítimo, con inviernos con pocas heladas y lluvias todo el año (Papadakis 1980). La temperatura media anual es de 16.1ºC y las lluvias alcanzan un promedio de 999.5 mm de precipitación anual. La variación de la temperatura media mensual, de la humedad relativa y de las precipitaciones en los meses de muestreo han sido citados por Venedikian & Godeas (1996). Los valores de temperatura mínima media más extremos se dan en los meses de junio a agosto y los meses con más horas con temperaturas inferiores a 7°C van de mayo a septiembre (otoño e invierno).

b) Muestreo:

El crecimiento de las ramas de *Pinus taeda* se realiza con alternancia de períodos anuales de alargamiento y de reposo. Estos se visualizan por las cicatrices que dejan al caer las catáfilas que protegen la yema apical delimitando en el tallo sectores con acículas en distintos estados de madurez. Se tomaron muestras de acículas jóvenes (de hasta 1 año de edad), maduras (1 a 2 años) y senescentes (más de 2 años) en las cuatro estaciones del año: otoño (mayo), invierno (agosto), primavera (noviembre) y verano (marzo).

c) Análisis de las poblaciones fúngicas

I *Métodos de aislamiento:* Las muestras fueron lavadas en el aparato usado por Parkinson & Williams (1961); Williams *et al.* (1965), que permite el aislamiento de las especies fúngicas

que se encuentran en estado vegetativo. Para ello, i) Se tomaron en cada estación al azar 20 acículas de cada uno de los estadios, cortando 2 cm de la porción central, ii) se lavaron 15 veces de acuerdo con la curva de lavado realizada y se traspasaron a papel de filtro estéril para eliminar el exceso de agua, iii) se eliminaron los extremos, iv) se cortaron dos trozos de 4mm$^2$ del segmento restante y se sembraron 4 trozos por caja en agar extracto de malta al 2% más antibióticos (0.5 g estreptomicina y 0.25 g clorhidrato de tetraciclina en 100 mL de agua destilada). Se sembraron 40 trozos de acículas de cada estadio por estación, v) Las cajas se incubaron a 20-25 ºC durante 7 días, aislando las cepas. Estas últimas se sembraron en diferentes medios como agar-avena, czapek (dox) agar, agar papa glucosado, agar papa sacarosa (Hawksworth *et al.* 1983) y agar extracto de malta (Blakeslee 1915). También se intentó inducir la fructificación con luz UV cercana según Leach (1971). Para la identificación taxonómica se consultó entre otros a: Batista Chaves & Ciferri (1963), Booth (1971), Domsch *et al.* (1980), Ellis (1971, 1976), Gams (1971), Hermanides- Nijhof (1977), Hughes (1967). Hughes & Sugiyama (1972), Punithalingam (1981), Raper & Fennell (1965), Steyaert (1961) y Sutton (1980).

Con la sigla IND se denominaron los aislamientos fértiles, pero que no pudieron ser identificados, como MDE y MME se designó a los micelios estériles dematiáceos y moniliáceos, respectivamente.

II *Determinación de la frecuencia de cada especie fúngica:* Para cada una de las especies aisladas se calculó la frecuencia relativa de acuerdo con la siguiente fórmula

$$F = \frac{\text{nº veces que aparece una especie}}{\text{nº trozos de hojas}} \times 100$$

III *Análisis multivariado:* Para describir la variación de frecuencias fúngicas en la comunidad en relación a las estaciones del año se utilizaron métodos de ordenamiento multivariados. Estos métodos resumen las tendencias principales en la variación de los datos (Kenkel & Booth 1992).

Se construyó una matriz básica de datos compuesta por 29 variables y 120 casos. Tomándose como variables las especies fúngicas aisladas y como casos los estados ontogénicos de las acículas y las estaciones del año. Se excluyeron las especies con frecuencias menores al 5%. Para normalizar los datos se utilizó la función x=log(x+0.5)

Se aplicó, para cada estadio ontogénico de las acículas por separado, un método de ordenación, el análisis de componentes principales, (ACP - 4M BMDP, Dixon 1992) que permite expresar los datos en un espacio de 2-3 dimensiones. Los agrupamientos derivados del ACP fueron corroborados mediante análisis discriminante, (AD - 7M BMDP, Dixon 1992).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I figuran las especies fúngicas aisladas por el método de lavado, con la frecuencia correspondiente a cada una de ellas, en cada estadio ontogénico de las acículas y cada estación. La mayoría de las cepas fértiles fueron identificadas taxonómicamente hasta especie. Los micelios IND, MDE y MME tienen en su mayoría fecuencias menores al 5%.

Las comunidades de las acículas presentan un gran número de especies que aparecen con frecuencias bajas y un pequeño número con frecuencias altas.

De las 49 especies aisladas, *Pestalotiopsis oxyanthi, Alternaria alternata, Cladosporium cladosporioides, C. oxysporum, C. sphaerospermum, Nigrospora oryzae, Epicoccum purpurascens, Hormonema dematioides* y las levaduras pueden considerarse de importancia en la filósfera de *P. taeda* por presentar frecuencias mayores en todas o en algunas estaciones y/o estadios ontogénicos de las acículas. Les siguen en importancia, con frecuencias menores, *Xylohypha curta, Penicillium sp., Fusarium lateritium, Wardomyces inflatus, Acremonium strictum*, MME5 y MDE1.

La composición florística de *P. taeda* es similar a la citada por Watson *et al.* (1974); Mishra & Das (1981); Kahlki *et al.* (1986); Legault *et al.* (1989 a, b) para ésta y otras especies del género *Pinus*.

*P. oxyanthi* tiene frecuencias mayores en los meses invernales; resultados similares obtiene Pandey (1990) para *Pestalotia Psidii* Pat. Por otra

| TAXA | OTOÑO | | | INVIERNO | | | PRIMAVERA | | | VERANO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | J | M | S | J | M | S | J | M | S | J | M | S |
| *Acremonium strictum W. Gams* | – | – | – | – | 5 | – | – | – | – | – | – | – |
| *Alternaria alternata (Fr.)Keissl.* | 15 | 12.5 | 7.5 | 5 | 10 | 2,5 | – | 2.5 | 22.5 | 27.5 | 25 | 20 |
| *Chaetomium globosum Kunze ex Fr.* | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | – |
| *Cladosporium cladosporioides (Fresen.) de Vries* | – | 20 | 12.5 | 2,5 | – | – | 2.5 | 12.5 | 17.5 | 2.5 | 7.5 | 5 |
| *Cladosporium oxysporum Berk. & Curt.* | – | – | 7.5 | 2,5 | – | – | – | – | 2,5 | – | 2.5 | 5 |
| *Cladosporium sphaerospermum Penz* | – | 10 | 2,5 | – | – | 2,5 | – | – | – | – | 2.5 | 7.5 |
| *Drechslera bicolor (Mitra) Subram. & Jain* | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – |
| *Epicoccum purpurascens Ehrenb. ex Schletdl.* | 5 | 2,5 | – | – | – | – | 5 | 10 | 15 | 12.5 | 15 | 2.5 |
| *Eurotium rubrum Koning. Spieck.& Bremer* | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Fusarium lateritium Nees* | 10 | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Fusarium oxysporum Schletdl.* | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Fusarium sulphureum Schletdl.* | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Hormonema dematioides Lagerb. & Melin* | – | – | 2.5 | 5 | 5 | – | 12.5 | 15 | – | 67,5 | – | 5 |
| *Leptosphaerulina aff. australis Mc Alp.* | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Levaduras* | 20 | 10 | 2.5 | 30 | 7.5 | 2.5 | 50 | 20 | – | 42.5 | 25 | 45 |
| *Microsphaeropsis olivacea (Bonord.) Hohn.* | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Nigrospora oryzae (Berk. & Br.) Petch.* | – | 5 | 5 | 7,5 | – | – | – | – | 7.5 | 2.5 | 10 | – |
| *Paecilomyces sp.* | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Penicillium sp.* | – | 5 | – | 5 | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – |
| *Pestalotiopsis oxyanthi (Thuem.)Stey.* | 47.5 | 10 | 5 | 42.5 | 47.5 | 85 | – | 37.5 | 22,5 | – | 12.5 | 5 |
| *Phoma pomorum Thum.* | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2.5 | 2,5 | – |
| *Pithomyces chartarum (Berk. & Curt.) M.B.Ellis* | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2.5 | 2,5 | – |
| *Pseudomorfea coffea Punith.* | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2.5 |
| *Scytalidium thermophilum(Cooney & R.Emers)Austwick* | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – |
| *Wardomyces aff. inflatus (Marchal) Hennebert* | – | 2.5 | 2,5 | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | 2.5 |
| *Xylohypha curta (Corda) Hughes* | 5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2,5 | – | 2,5 | – | – | – | – | 2.5 |
| IND 71 | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| IND 27 | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| IND 29 | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| IND 4 | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| IND 24 | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| IND 268 | – | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| IND 442 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | – |
| MME 1 | – | – | – | – | – | – | – | 2.5 | 2,5 | – | – | – |
| MME 2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2.5 |
| MME 3 | – | – | – | 2.5 | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – |
| MME 4 | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – |
| MME 5 | – | 2.5 | 7,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| MME 6 | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – |
| MME 7 | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| MME 8 | – | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – |
| MME 9 | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| MME 10 | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | 2.5 |
| MME 11 | – | – | – | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – | 2.5 |
| MME 12 | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – |
| MDE 1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2.5 | 10 |
| MDE 2 | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | 2.5 |
| MDE 3 | – | – | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – |
| MDE 4 | – | – | – | 2,5 | – | – | – | – | – | – | – | – |

TABLA I: Frecuencia estacional de los taxa fúngicos de la filósfera de *Pinus taeda* para diferentes estadios ontogénicos de las acículas. IND: indeterminados; MME: micelio moniliáceo estéril; MDE: micelio dematiáceo estéril; J: joven; M: madura; S: senescente.

parte *E. purpurascens* no se lo aisló en invierno de ninguno de los estadios de las acículas. *H. dematioides*, que presenta frecuencias altas en las acículas jóvenes en primavera y verano, también fue citada por Legault *et al.* (1989 a) para *Pinus banksiana* Lamb. *y P. resinosa* Ait. y por Sieber-Canavesi & Sieber (1993) en *Abies alba* Mill.. *Cladosporium cladosporioides* predomina en otoño; Collins & Hayes (1976) y Gourbière (1975) obtuvieron resultados similares en *Picea abies* Karst. y en *Abies alba* respectivamente.

Venedikian & Godeas (1996) analizan las poblaciones fúngicas de la filosfera de *P. taeda* y establecen una secuencia de colonización.

En acículas jóvenes

Los primeros cuatro componentes derivados del análisis de componentes principales (ACP) efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (18 taxa x 40 muestras) explicaron el 43.10 % de la variación entre las muestras. La combinación de los componentes C1, C3 y C4, son los que explican más claramente los cambios estacionales de la comunidad fúngica de las acículas jóvenes (Figs. 1 y 2).

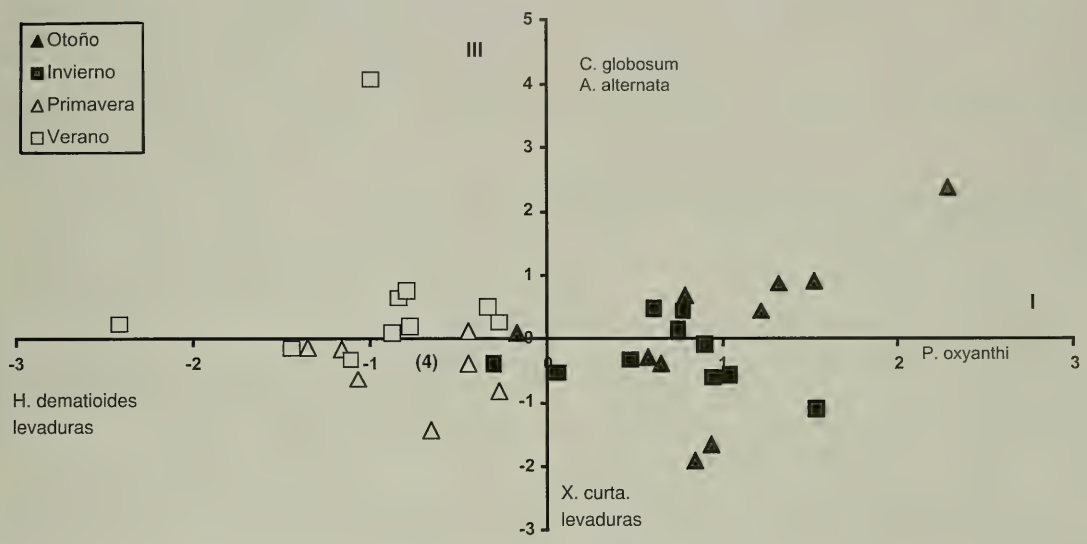



FIG. 1: Análisis de componentes principales. Distribución de las muestras en el espacio de los componentes C1 y C3 para acículas jóvenes.

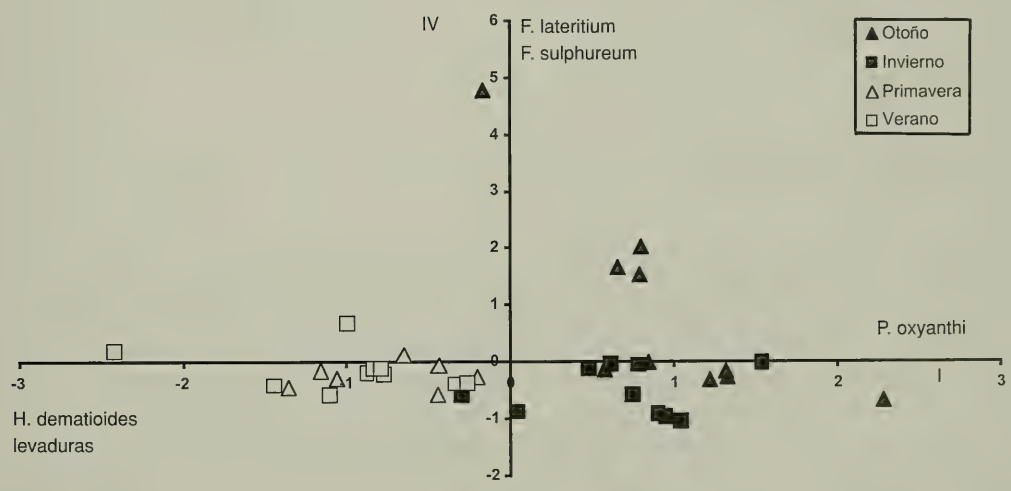



FIG. 2: Análisis de componentes principales. Distribución de las muestras en el espacio de los componentes C1 y C4 para acículas jóvenes de *P. taeda*.

Sobre el extremo positivo del componente C1 se encuentran las muestras correspondientes a otoño-invierno caracterizadas por la presencia de *Pestalotiopsis oxyanthi*, una especie fúngica característica de este período. En el extremo negativo se encuentran las muestras de primavera-verano caracterizadas por la presencia de *Hormonema dematioides* y las levaduras. Este componente estaría asociado con los valores de temperatura mínima media, cuyos valores más altos se registran en el período primavera-verano, y/o las horas mensuales con temperaturas menores o iguales a 7°C. Los componentes C3 y C4 permiten la segregación de las estaciones que componen los dos períodos. El C3 permite la segregación de las muestras de primavera y de verano. Las primeras, ubicadas sobre el extremo negativo del componente, están caracterizadas por la presencia de *Xylohypha curta,* mientras que las segundas (extremo positivo) se caracterizan por la presencia de *Chaetomium globosum* y *Alternaria alternata*. El C4 permite la segregación de las muestras de otoño e invierno; las primeras se caracterizan por la presencia de *Fusarium lateritium* y *F. sulphureum*, mientras que en las segundas dichas especies son poco frecuentes o están ausentes.

Las variaciones estacionales en la comunidad fúngica, detectado por ACP, fueron confirmadas mediante análisis discriminante (AD), utilizando como variable de agrupamiento la estación. La clasificación general obtenida de dicho análisis indica que el 85% de las muestras fueron clasificadas correctamente (Wilks' lambda= 0.009; P< 0.001). Las dos primeras funciones discriminantes extraídas del AD explicaron el 98.68 % de la varianza total. La posición de las muestras en relación a ambas funciones indica que el período otoño-invierno está asociado a valores positivos de la función 1, mientras que el período primavera-verano a valores negativos. La función 2 segrega las distintas estaciones que componen los 2 períodos (Fig. 3).

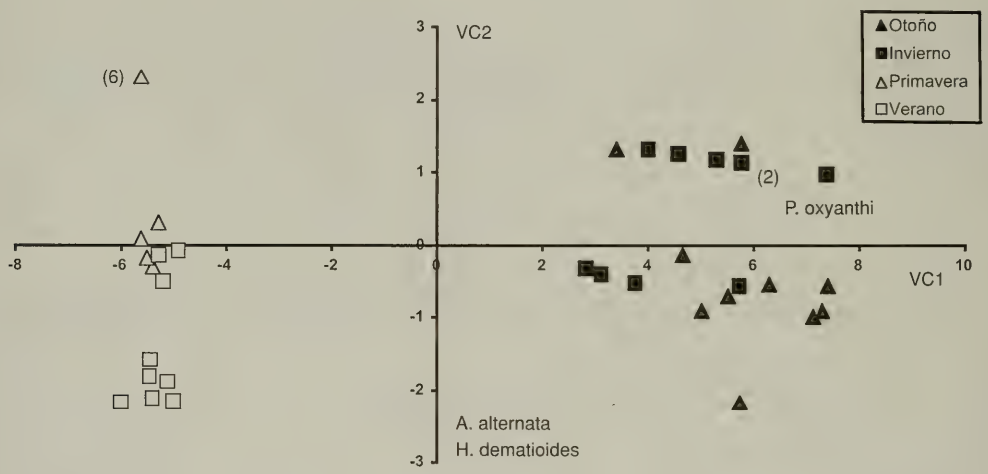



Fig. 3: Análisis de la función discriminante de los datos de frecuencias de acículas jóvenes de *P. taeda*. en el espacio de las variables canónicas (VC1- VC2).

La yema apical de *Pinus taeda* retoma el crecimiento en agosto, dando primordios foliares que en el censo de primavera ya son acículas jóvenes. Hacia fin del invierno posiblemente tenga lugar un proceso de inmigración (Kinkel 1992) de propágulos de diversos hongos y principalmente de *H. dematioides* y varias especies de levaduras hialinas provenientes del aire (por emigración a partir de acículas maduras y senescentes) que llegan hasta las acículas jóvenes colonizándolas y caracterizando así las comunidades fúngicas en primavera y verano.

Estas especies han sido definidas por Dickinson (1976) como habitantes del filoplano y se las considera ruderales (r-selection) por colonizar un sustrato nuevo. Hacia fines del verano la acícula joven recibe inmigración de propágulos de *P. oxyanthi* del aire, siendo la acícula madura la fuente de este inóculo, ya que está intensamente colonizada por esta especie (Tabla I). *P. oxyanthi* coloniza así la acícula joven y caracteriza las comunidades fúngicas de otoño e

invierno, creciendo en forma endofítica (Steyaert, 1953); lo que le permitiría la supervivencia a temperaturas bajas, parámetro con el que estaría asociado el componente 1, (Fig. 1 y Fig. 2).

El componente 3 segrega los censos de verano (caracterizados por *A. alternata* y *Chaetomium globosum*), de los censos de primavera (caracterizados por *Xylohypha curta* y las levaduras). Este factor podría estar relacionado con las precipitaciones, mayores en primavera con respecto al verano (Venedikian & Godeas 1996). Las levaduras caracterizan a las comunidades fúngicas de las acículas jóvenes en primavera; estos microorganismos son higrófilos durante todo su ciclo de vida (Hoog & McGinnis 1987). Como en *Eucaliptus viminalis* (Cabral & Collantes 1992) en las acículas jóvenes de *P. taeda* se pueden ver claramente las diferencias estacionales en las comunidades fúngicas.

En acículas maduras

Los componentes extraídos del análisis de componentes principales (ACP) efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (23 taxa x 40 muestras) no permitieron identificar los cambios estacionales en la comunidad de las acículas maduras. De todas formas se intentó examinar la estacionalidad mediante AD, utilizando la estación como variable de agrupamiento. Sólo el 45% de muestras fueron correctamente clasificadas por el AD (Wilks'lambda=0.67, NS); el 100 % de las muestras de otoño e invierno fueron clasificadas incorrectamente.

En primavera las acículas maduras tienen un año de edad y *P. oxyanthi* completa la colonización que inició en las acículas jóvenes (otoño- invierno). Por su parte *H. dematioides* ya presente en acículas jóvenes puede sobrevivir a las condiciones invernales por poseer hifas de paredes gruesas o colonizar endofíticamente la acícula como en *Abies alba* (Sieber-Canavesi & Sieber 1993). Al darse las condiciones de temperatura apropiadas proliferan en las acículas maduras en primavera.

En verano las acículas maduras están colonizadas por *Cladosporium sphaerospermum*, habitante del filoplano y por *A. alternata*, un invasor del filoplano (Dickinson 1976).

En las acículas maduras se encontró la mayor diversidad específica (Venedikian & Godeas 1996), como consecuencia de una mayor exposición temporal a los procesos de inmigración y de un sustrato con características nutricionales que permitió el establecimiento de diversas especies. El sustrato se satura de especies (K-selection); a medida que avanza la colonización de la acícula algunas especies del filoplano pueden colonizar internamente los tejidos; ésto sumado a la gran diversidad específica determinaría que las variaciones estacionales no se vean reflejadas en las comunidades fúngicas.

En acículas senescentes

Los primeros cuatro componentes derivados del análisis de componentes principales (ACP) efectuado sobre la matriz de frecuencias fúngicas (15 taxa x 40 muestras) explicaron el 57.54 % de la variación entre las muestras. Los cambios estacionales en la comunidad fúngica de las acículas senescentes son claramentes explicados por la combinación de los componentes C2 y C3 (Fig. 4).

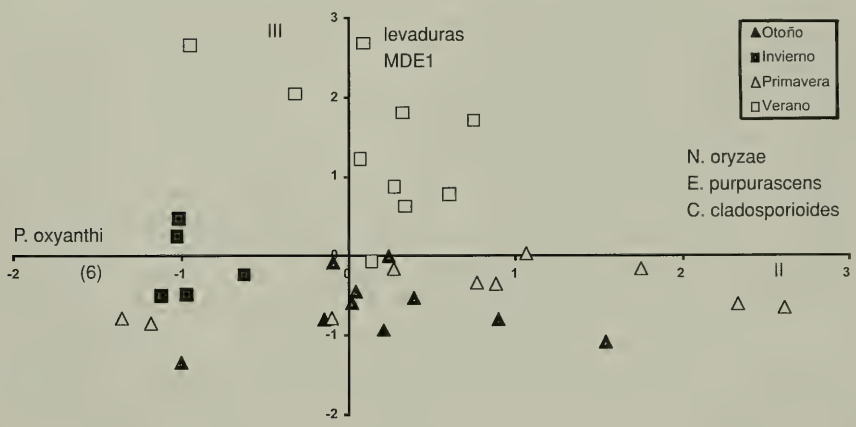



FIG. 4: Análisis de componentes principales. Distribución de las muestras en el espacio de los componentes C2 y C3 para acículas senescentes de *P. taeda*.

Sobre el extremo positivo del componente C2 se encuentran las muestras correspondientes a primavera caracterizadas por la presencia de *Cladosporium cladosporioides* (habitante del filoplano), *Nigrospora oryzae* y *Epicoccum purpurascens* (ambas invasoras del filoplano); en el extremo negativo se encuentran las muestras de invierno caracterizadas por la presencia de *Pestalotiopsis oxyanthi*. El componente C3 permite la segregación de las muestras de verano y otoño. Las primeras están caracterizadas por la presencia de levaduras y MDE1, mientras que en las segundas, dichos taxa están ausentes o son muy poco frecuentes.

Las variaciones estacionales en la comunidad fúngica detectado por ACP fue confirmada mediante análisis discriminante (AD), utilizando como variable de agrupamiento la estación. La clasificación general obtenida de dicho análisis, indica que el 85% de las muestras fueron clasificadas correctamente (Wilks'lambda=0.049, P< 0.001). Las dos primeras funciones discriminantes extraídas del AD explicaron el 89 % de la varianza total. La posición de las muestras en relación a ambas funciones indica que el verano está asociado a valores negativos de la función 1. El resto de las estaciones son segregadas por la función 2; las muestras otoñales están asociadas con los valores positivos de la función, las invernales a valores negativos y las primaverales a valores intermedios (Fig. 5).

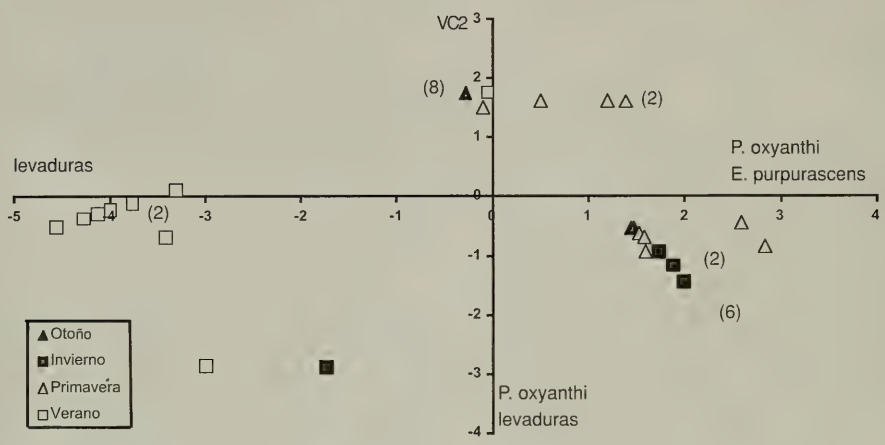



FIG. 5: Análisis de la función discriminante de los datos de frecuencias de acículas senescentes de *P. taeda* en el espacio de las variables canónicas (VC1- VC2).

En este estadio de madurez así como en las acículas juveniles, la estacionalidad es marcada coincidiendo ésto con la menor variabilidad específica. Esto último puede atribuirse a una menor disponibilidad de nutrientes o a la lixiviación más intensa en la senescencia, de sustancias antimicrobianas (polifenoles en coníferas) que impiden el desarrollo de algunas especies fúngicas (Millar 1974; Blakeman & Atkinson 1981)

## BIBLIOGRAFIA

ANDREWS, J. H. & L. L. KINKEL. 1986. Colonization Dynamics. The Island Theory. In N. J. Fokkema and J. Van Den Heuvel Eds. Microbiology of the Phyllosphere. Cambridge University Press pp. 392.

BATISTA CHAVES, A. & R. CIFERRI. 1963. Capnodiales. Saccardoa: Monographiae Mycologicae 2:1-298.

BLAKEMAN, J. P. & P. ATKINSON. 1981. Antimicrobial substances associated with the aerial surfaces of plants. In J. P. Blakeman ed. Microbial Ecology of the Phylloplane. Academic Press, London, pp. 245-263.

BLAKESLEE, A. F. 1915. Lindner 's roll tube method of separation cultures. Phytopathology 5:68-69.

BOOTH, C. 1971. The genus *Fusarium* Ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England 237 pp.

CABRAL, D. & M. COLLANTES. 1992. La filosfera de

*Eucalyptus viminalis (Myrtaceae)* IV: Estructura, dinámica y desarrollo de la comunidad fúngica. Bol. Soc. Arg. Bot. 28 (1-4):123-138.

COLLINS, M. A. & A. J. HAYES. 1976. Seasonal incidence of microbes on the surface of first year needles of Norway Spruce. Trans. Br. Mycol. Soc. 66 (3):457-461.

DICKINSON, C. H. 1976. Fungi on the aerial surfaces of higher plants. In C. H. Dickinson and T. F. Preece Eds. Microbiology of aerial plant surfaces. Academic Press, London. 669 pp.

DIXON, W. J. (ED.). 1992. BMDP Statistical Software Manual. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, Oxford.

DOMSCH, K. H., W. GAMS & T. H. ANDERSON. 1980. Compendium of soil Fungi. Vol. 1 Academic press., London.

DUBOS, B. & J. BULIT. 1981. Filamentous fungi as biocontrol agents on aerial plant surfaces. In J. P. Blakeman Ed. Microbial ecology of the phylloplane. Academic Press, London. pp: 353-368.

ELLIS, M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes Ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England 608 pp.

ELLIS, M. B. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes Ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England 507 pp.

GAMS, W. 1971. *Cephalosporium-* artige Schimmelpilze (Hyphomycetes) Ed. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

GOURBIÈRE, F. 1975. Microscopic fungi associated with fir (*Abies alba* Mill.) needles 3. Microflora of living needles. Bull. Soc. Mycol. Fr. 91 (3): 429-441.

HAWKSWORTH, D. L., B. C. SUTTON & G. C. AINSWORTH. 1983. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi. Comm. Myc. Inst., Kew, 445 pp.

HERMANIDES- NIJHOF, E. J. 1977. *Aureobasidium* and allied genera. Studies in Mycology N° 15 Centraalbureau Voor Schimmelcultures Baarn.

HOOG, G. S. DE & M. R. MC GINNIS. 1987. Ascomycetous black yeasts. In The expanding realm of yeast- like FUNGI. STUDIES IN MYCOLOGY N° 30 PP:187-199.

HUDSON, H. J. 1971. The development of the saprophytic fungal flora as leaves senesce and fall. In T. F. Preece and C. H. Dickinson Eds. Ecology of leaf surface microorganisms. Academic Press, London, pp:447-455.

HUGHES, S. J. 1967. New Zealand Fungi. 9 *Ophiocapnocoma* with *Hormiokrypsis* and *Capnophialophora* states. New Zealand Journal of Botany 5:117-133.

HUGHES, S. J. & J. SUGIYAMA. 1972 New Zealand Fungi 18. *Xylohypha* (Fr.) Mason. New Zealand Journal of Botany 10:447-460.

HUGHES, T. P. 1990. Recruitment limitation, mortality and population regulation in open systems: a case study. Ecology 71:12-20.

KAHLKI, R., M. KLOIDT & G. LYSEK. 1986. Phylloplane inhabiting fungi of pine needles *(Pinus sylvestris L.)* in Berlin (West). Nova Hedwigia 42 (2-4):597-601.

KENKEL, N. C. & T. BOOTH. 1992. Multivariate Analysis in Fungal Ecology. In G. C. Carroll and D. T. Wicklow Eds. The Fungal Community. Its Organitation and Role in the Ecosystem.

KINKEL, L. 1992. Fungal Community Dynamics. In J. H. Andrews and S. S. Hirano Eds. Microbial Ecology of Leaves. 499 pp.

LEACH, C. M. 1971. A practical guide to the effects of visible and ultraviolet light on fungi. In C. Booth Ed. Methods in Microbiology vol. 4, Academic Press, London.

LEGAULT, D., M. DESSUREAULT & G. LAFLAMME. 1989 a. Mycoflora of *Pinus banksiana* and *Pinus resinosa* needles. II. Epiphytic fungi. Can. J. Bot. 67:2061-2065.

LEGAULT, D., M. DESSUREAULT & G. LAFLAMME. 1989 b. Mycoflore des aiguilles de *Pinus banksiana et Pinus resinosa*. I. Champignons endophytes. Can. J. Bot. 67:2052-2060.

MILLAR, C. S. 1974. Decomposition of coniferous leaf litter. In C. H. Dickinson and G. J. F. Pugh Eds. Biology of plant litter decomposition. Academic Press, London.

MISHRA, R. R. & P. K. DAS. 1981. Fungal succession on conifer needles. In J. P. Blakeman Ed. Microbial Ecology of the Phylloplane. Academic Press, London, pp: 475-485.

PAPADAKIS, J. 1980. El clima. Ed. Albatros, Buenos Aires. 377 pp.

PARKINSON, D. & S. T. WILLIAMS. 1961. A method for isolating fungi from soil micro-habitats. Plant and Soil 13:347-355.

PUGH, G. J. F. & L. BOODY. 1988. A view of disturbance and life strategies in fungi. In Boddy L., R. Watling & A. J. E. Lyon Eds., Fungi and Ecological Disturbance. Proceedings of The Royal Society of Edinburgh Section B vol. 94. pp:3-11.

PUNITHALINGAM, E. 1981. Studies on Sphaeropsidales in culture III. Mycological Papers N° 149:1-60.

RAPER, K. B. & D. I. FENNELL. 1965. The Genus *Aspergillus*. The Williams & Wilkins Company Eds, Baltimore, U.S.A.

SIEBER-CANAVESI, F. & T. N. SIEBER. 1993. Successional patterns of fungal communities in needles of European silver fir *(Abies alba Mill.)*. New Phytol. 125:149-161.

STEYAERT, R. L. 1961. Type specimens of Spegazzini's collections in the *"Pestalotiopsis"* and related genera (Fungi Imperfecti; "Melanconiales") Darwiniana 12 (2):157-190.

SUTTON, B. C. 1980. The Coelomycetes Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. Commonwealth Mycological Institute Ed. Kew, Surrey, England.

VENEDIKIAN, N. & A. GODEAS. 1996. Estudio de la Filosfera de *Pinus taeda* (*Pinaceae*) I. Poblaciones Fúngicas. Bol. Soc. Argent. Bot. 31 (3-4):193-200

STEYAERT, R. L. 1953. New and old species of *Pestalotiopsis*. Trans. Br. Mycol. Soc. 36:81-89.

WATSON, E. S., D. C. MCCLURKIN & M. B. HUNEYCUTT. 1974. Fungal succession on loblolly pine and upland hardwood foliage and litter in north Mississippi. Ecology 55:1128-1134.

WILLIAMS, S. T., D. PARKINSON & N. A. BURGES. 1965. An examination of the soil washing technique by its application to several soils. Plant and Soil 22 (2):167-186.

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2002

Gayana 58(2): 153-161, 2001 ISSN 0016-5301

# FORMA DE CRECIMIENTO Y CARACTERES ADAPTATIVOS DE *DOLICHANDRA CYNANCHOIDES* CHAM. (BIGNONIACEAE)

# *GROWTH FORM AND ADAPTIVE CHARACTERS OF* DOLICHANDRA CYNANCHOIDES *CHAM. (BIGNONIACEAE)*

Grosso, M. & T. Kraus

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es estudiar la forma de crecimiento de *Dolichandra cynanchoides*, especie trepadora característica del bosque serrano de la Provincia de Córdoba (Argentina), e inferir sus caracteres adaptativos. Los estudios se realizaron en su ambiente durante tres años consecutivos y en invernáculo los dos primeros años de vida. La forma de crecimiento de esta especie resulta de la presencia y combinación de los siguientes caracteres: liana perenne, germinación criptohipógea, vástagos aéreos predominantemente ortótropos y subterráneos ligeramente plagiótropos, sinflorescencias constituídas por tirsos con florescencias parciales dicasiales, raíz principal y raíces adventicias. El tallo presenta una estructura anómala, la cual le otorga flexibilidad para poder trepar. Uno de los factores limitantes para esta especie en el ambiente serrano es el agua, debido fundamentalmente a las pendientes pronunciadas y suelos incipientes, por lo cual para regular su balance hídrico desarrolla estructuras subterráneas que acumulan agua y hojas con caracteres xeromórficos que limitan la transpiración.

Palabras claves: Forma de crecimiento, *Dolichandra cynanchoides*, Bignoniaceae, caracteres adaptativos.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the growth form of *Dolichandra cynanchoides*, species characteristic of the hilly forest (Province of Córdoba – Argentina) in order to analize adaptive characters. The studies were carried out in the field during three consecutive years, and in greenhouse the first two years of development. The growth form of this species is determined by the presence and combination of the following characters: perennial liana, cryptohypogeous germination, predominantly orthotropic aerial shoots and slightly plagiotropic subterranean stems, thyrse synflorescences with partial dichasial florescences, tap root and adventitious roots.The stem shows unusual structure that makes it flexible and allows it to climb. One of the limiting factors is the water supply due to pronounced slopes and incipient soils. Therefore, this species developed subterranean structures to accumulate water and to regulate its hydric balance. The leaves have xeromorphic features which limit their transpiration.

Keywords: Growth form, *Dolichandra cynanchoides*, Bignoniaceae, adaptive characters.

Morfología Vegetal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 5800 Río Cuarto. Argentina.

## INTRODUCCION

El concepto de diversidad biológica incluye aspectos de composición, estructura y función de los ecosistemas. La riqueza biológica está amenazada por las diversas actividades antrópicas, lo que se refleja en la tasa contemporánea de extinción de especies (Zuloaga *et al.* 1999). Se corre el riesgo de que muchas plantas podrían desaparecer

antes de ser descriptas para la ciencia (Bianco & Weberling 1999). Por este motivo y para preservarlas, surge la necesidad de que una vez conocido el número de especies de una determinada región se estudien los caracteres adaptativos de ellas y se interprete su funcionamiento.

El estudio de las formas de crecimiento de las plantas, aporta datos morfológicos integrados, fundamentales para la biosistemática. En la actualidad surge la necesidad de incorporar a los estudios sistemáticos la tipología de las formas de crecimiento como ya ha sido realizado en la flora de Japón (Numata & Asano 1969 1970) y de Austria (Kästner & Karrer 1995).

En el sur de la Provincia de Córdoba se están investigando las adaptaciones de las especies en los distintos tipos fisonómicos para brindar información básica para prácticas de manejo, conservación y regeneración de especies nativas. En la actualidad se está estudiando el bosque serrano, se han analizado formas de crecimiento de las especies herbáceas y arbustivas (Kraus *et al.* 1995; Basconsuelo *et al.* 1997; Bianco *et al.* 1998; Bianco 1999; Basconsuelo & Kraus 2001) y se están estudiando las lianas más representativas de esta formación.

*Dolichandra cynanchoides* es una de las lianas más frecuente en este hábitat, perteneciente a la familia Bignoniaceae, la cual está representada en Argentina por 57 especies, de las que no se han registrado estudios morfológicos, no obstante existir una amplia literatura referente a estructura anómala de lianas a nivel mundial (Pfeiffer 1926; Cutter 1980; Metcalfe 1983; Bamber & Ter Welle 1994). El objetivo del presente trabajo es estudiar la forma de crecimiento de *Dolichandra cynanchoides*, especie característica del bosque serrano e inferir sus caracteres adaptativos.

## MATERIALES Y METODOS

El área de estudio abarcó el bosque serrano del sur de la Provincia de Córdoba, Argentina. Para la interpretación de las formas de crecimiento se siguió el criterio de Meusel (1970) y Jäger (2000). Los estudios se realizaron en su ambiente durante tres años consecutivos, y en invernáculo los dos primeros años de vida.

Muestras de tallos, hojas y raíces fueron fijadas en FAA para las interpretaciones anatómicas. Se realizaron cortes transversales seriados los cuales fueron procesados según las técnicas de D' Ambrogio de Argüeso (1986) y Gerlach (1984). Se tomaron fotografías con un microscopio Axiophot-Zeiss.

## RESULTADOS

En los estudios de las formas de crecimiento es fundamental comenzar con las características de la semilla y plántula, debido a que sus atributos morfológicos inciden en la dispersión, establecimiento y sobrevivencia de los nuevos individuos.

La semilla de *Dolichandra cynanchoides* es exendospermada, el episperma es alado y el embrión presenta dos cotiledones voluminosos (Fig. 1 A, B). La plántula pertenece al tipo Horsfieldia, subtipo Horsfieldia. La germinación es criptohipógea, con cotiledones reservantes recubiertos por los tegumentos de la semilla y ubicados lateralmente en un breve hipocótilo, que permanece debajo del nivel del suelo. El epicótilo crece mientras los cotiledones aún persisten (Fig. 1 C, D). La secuencia foliar es la siguiente: cotiledones, cinco pares de eofilos y metafilos con disposición opuesta, los últimos constituídos por dos folíolos y un zarcillo compuesto, que es una modificación del folíolo terminal (Figs. 1 E, F; 2).

Los dos primeros pares de eofilos son pequeños y se encuentran muy cerca de la superficie del suelo, el entrenudo que los separa tiene una longitud de 0,3 cm. El primer par se desarrolla a los 10 días, el segundo a los 30 días y los restantes, separados entre si por entrenudos largos (4,5 cm), a partir de los dos meses (Fig. 1 E; tabla 1). El eje primario tiene un desarrollo ortótropo, alcanzando 30 cm de longitud al finalizar el primer año.

La ramificación es basítona y se produce en el segundo año (Figs. 1 F, G; 2). Simultáneamente al desarrollo del eje primario, la raíz principal sufre contracciones ubicando a los dos primeros nudos basales debajo del nivel del suelo, las yemas localizadas en estos nudos originan paracladios de primer orden que en su primer sector son subterráneos y ligeramente plagiótropos, luego ortótropos y aéreos (Figs. 1 F, G; 2). En los años sucesivos la parte distal del eje primario muere, la ramificación continúa por brotes de innovación de órdenes superio-

res, los cuales se transforman en vástagos floríferos. Éstos son blastotélicos, es decir, permanecen vegetativos o "abiertos" y dentro de este tipo son auxotélicos siendo responsables del fenómeno de proliferación. En estos casos la sinflorescencia cobra importancia como constituyente de la arquitectura de la planta, la cual está determinada por la distribución espacial y temporal de sus unidades de vástagos. Éstas a medida que crecen, favorecidas por sus características histológicas, se enroscan en las ramas de los arbustos y se apoyan sobre ellos (Fig. 1 H, I).

Las sinflorescencias son tirsos con florescencias parciales dicasiales (Fig. 1 J), las cuales se desarrollan en primavera – verano. El hipopodio es más largo que el epipodio. Cuando los profilos son estériles se observa una sola flor.

A pesar que la germinación criptohipógea asegura el establecimiento de las plántulas, el principal tipo de reproducción es asexual. Las ramas basales se apoyan en el sustrato y arraigan en los nudos (Fig. 1 K; 2).

La anatomía del cormo constituye un carácter muy importante para complementar las formas de crecimiento, debido a que refleja la influencia de los factores ambientales, la planta se adapta a su residencia ecológica , en este caso el bosque serrano. Esta especie debe trepar para que sus hojas capten la luz eficientemente y el tallo cumple con ese rol.

La estructura primaria del tallo corresponde a una sifonostela con hacecillos colaterales (Fig. 3 A), el *cambium* se comporta normalmente durante los primeros estadios, y a partir del octavo entrenudo actúa en forma anómala (Fig. 3 B, C). En determinados sectores del tallo hay una actividad diferencial del cambium vascular en la producción de floema y xilema, produciendo en algunos sectores mayor proporción de floema, lo que se traduce en la formación de cuatro cuñas localizadas simétricamente, las que proporcionan al tallo mayor flexibilidad para poder trepar. En coincidencia con los hacecillos primarios se diferencian algunos elementos de floema interno, a partir del quinto entrenudo de los vástagos (Fig. 3 B).

El sistema radical es alo-homorrizo. Presenta una raíz principal muy desarrollada ( Fig. 4 A), y en cada nudo de las ramas basales se originan una o dos raíces adventicias que adquieren un tamaño y forma similar a la principal (Fig 2). Estas estructuras cumplen con un rol importante en la acumulación de agua. En un corte seriado de una raíz principal desde el ápice hasta el cuello, se observa primero una estructura primaria tetrarca. El periciclo comienza a dividirse muy cercano al ápice y frente a los polos de protoxilema se observa la formación de cuatro radios (Fig. 4 B), el *cambium* origina elementos secundarios tornándose circular. La corteza se desprende y se origina la peridermis. En cada período de crecimiento el floema origina algunos elementos conductores y luego abundantes bandas de parénquima, alternando con grupos de fibras (Fig. 4 C, D). El área parenquimática del floema es aproximadamente el doble con respecto al xilema, confiriendo a la raíz una consistencia carnosa. El hipocótilo se modifica junto con la raíz, convirtiéndose en un reservorio de agua.

Las hojas presentan caracteres xeromórficos y son de consistencia coriácea. En un corte transversal se observa una cutícula muy desarrollada de 10-12 mm de espesor, abundantes fibras tanto en los hacecillos como en los extremos de la hoja. Predomina el parénquima en empalizada (3 o 4 capas). Cada uno de los hacecillos está rodeado por una vaina muy desarrollada cuyas células contienen abundantes rafidios (Fig. 3 D).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Muchas Dicotiledóneas y fundamentalmente aquellas que tienen hábito trepador, presentan en el tallo estructuras secundarias que se alejan de las normales esperadas (Cutter 1980). A pesar de las diferencias que hay entre ellas la mayoría tienden a incrementar la cantidad de parénquima flexibilizando la estructura. *Dolichandra cynanchoides* desarrolla cuñas floemáticas, característica que comparte con otras especies del mismo hábito de la familia Bignoniáceas (Metcalfe & Chalk 1983), no obstante hay diferencias en el número y forma de las cuñas. La estructura del tallo de *Dolichandra* pertenece a "Corpus lignosum interruptum", según la clasificación de modelos en lianas de Pfeiffer (1926). Bamber & Welle (1994) al comparar árboles con lianas cita una mayor frecuencia de estructuras anómalas en estas últimas, considerándolas un carácter adaptativo. Los caracteres histológicos de la raíz de esta especie también se pueden interpretar como una adaptación al ambiente, si los comparamos con otras raíces de

especies que crecen en el bosque serrano, como por ejemplo *Rhynchosia edulis* (Basconsuelo & Kraus 2001), ambas especies desarrollan abundante parénquima, almacenando sustancias de reserva, la diferencia entre ambas radica que en *D. cinanchoides* la estructura es normal, mientras en *R. edulis* se forman *cambia* anómalos.

Uno de los factores limitantes para las especies en el ambiente serrano es el agua, debido fundamentalmente a las pendientes pronunciadas y suelos incipientes, por lo cual deben adaptarse para regular su balance hídrico. Por este motivo la raíz de *D. cynanchoides* tiene una estructura que acumula agua y hojas con una gruesa cutícula que limitan la transpiración.

Todos estos caracteres de significancia ecológica de esta especie se cargan en una base de datos junto con el resto de las especies estudiadas para este ambiente, siguiendo el criterio de Jäger (2000), lo cual permite al compararlos entender la dinámica de la población en un sitio determinado y contribuir con la conservación de las especies.

## AGRADECIMIENTO

Subsidio recibido por la Escuela de Posgraduación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria y la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

## BIBLIOGRAFIA

Bamber, R. K. & B. J. H. Ter Welle.1994. Adaptative Trends in the Wood Anatomy of Lianas. In M. Iqbal (Ed.). Growth patterns in Vascular Plants. Dioscorides Press. Oregon 272-287.

Basconsuelo, S. & T. Kraus. 2001. Morfología del sistema radical de *Rhynchosia edulis* Gris. (Fabaceae). Phyton. 68: 1-8.

Basconsuelo, S.; R. Malpassi; T. Kraus; C. Bianco & F. Weberling. 1997. Growth forms of species of *Galactia* (Leguminosae) in the southern part of the Province Córdoba. Argentina. Beitr. Biol. Pflanzen 70: 107-119.

Bianco, C. A.; M. Grosso; T. Kraus & F. Weberling. 1998. Growth forms in species of *Rhynchosia* genus (Leguminosae) in Southern Córdoba. Argentina. Beitr. Biol. Pflanzen 71: 1-12.

Bianco, C. A. & F. Weberling. 1999. A new species of genus *Adesmia* DC. (Fabaceae) from southern Córdoba, Argentina. Feddes Repert. 110 (7-8): 515-520.

Bianco, C. A. 1999. Formas de crecimiento, taxonomía, distribución y usos de las especies de *Adesmia* (Leguminosae) del centro de Argentina. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Litoral. 157 p.

Cutter E. G. 1980. Plant anatomy: experiment and interpretation. Edward Arnold (Ed.). Organs 2: 108-113.

D´Ambrogio De Argüeso, A. 1986. Manual de técnicas en Histología Vegetal. Ed. Hemisferio Sur. 83 p.

Gerlach, D. 1984. Botanische Mikrotechnik. Thieme Verlag. Stuttgart 129-130.

Jäger E. J. 2000. A database on biological traits of the German flora-state of the art and need of investigation of the vegetative structures. Z. Ökologie u. Naturschutz 9. 53-59.

Kästner A. & G. Karrer. 1995. Übersicht der Wuchsformtypen als Grundlage für deren Erfassung in der "Flora von Österreich". Fl. Austr. Novit. 3: 1-51.

Kraus, T. A.; M. A. Grosso; C. A Bianco & F. Weberling. 1995. Wuchsformen von Arten der *Senna*-Gattung (Leguminosae-Caesalpinoideae) aus dem Süden der Provinz Córdoba, Argentinien. Beitr. Biol. Pflanzen 69: 1-20.

Metcalfe, C. R. 1983. Anomalous structure. In C. R. Metcalfe & L. Chalk (Eds), Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon press. Oxford. 2: 52-63.

Meusel, H. 1970. Wuchsformenreihen mediterran-mitteleuropäicher Angiospermen-Taxa. Feddes Repert. 81 (1-5): 41-59.

Numata, M. & S. Asano. 1969 - 1970. Biological Flora of Japan. 1 and 2.

Pfeiffer, H. 1926. Das abnormale Dickenwachstum. In Linsbauer K. Handbuch der Pflanzenanatomie. Borntraeger Verlag. Berlín. 9: 273 p.

Zuloaga, F. O., O. Morrone & D. Rodriguez. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. Kurtziana 27(1): 17-167.

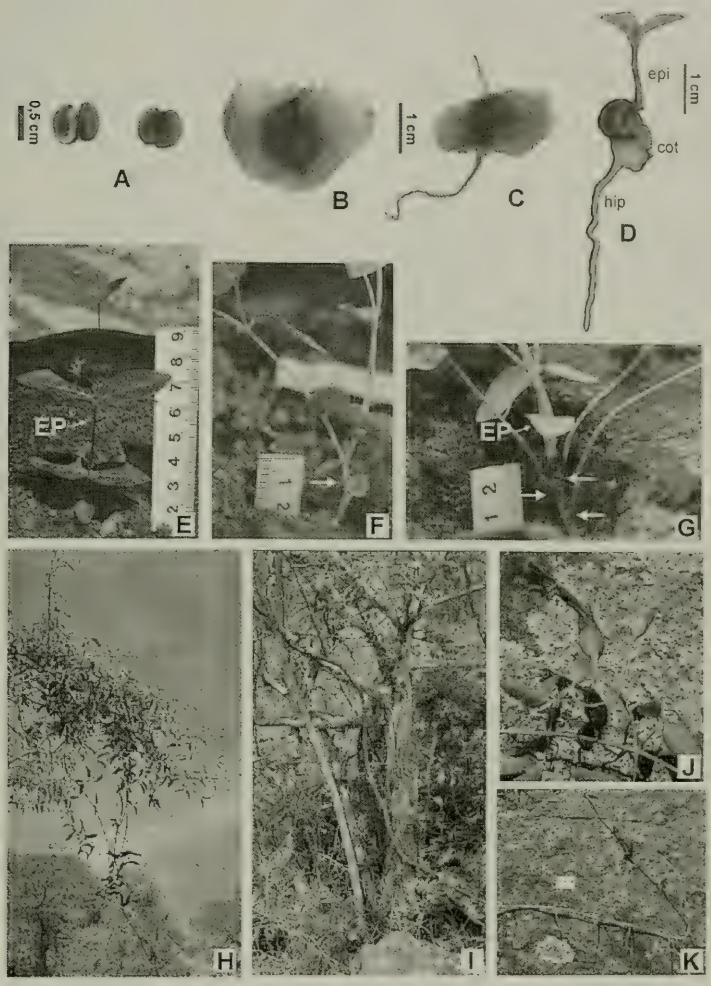



Fig. 1. *Dolichandra cynanchoides*. A: Embrión con cotiledones reservantes. B: Semilla alada. C: Plántula de dos días de edad, que muestra la radícula y el epicótilo. D: plántula de 10 días con el primer par de eofilos. E: planta joven de 110 días. F-G: la primera figura muestra los dos primeros nudos próximos al nivel del suelo (indicados con una flecha), la segunda corresponde a un estadío posterior donde se encuentran por debajo del nivel del suelo. H: Brotes de innovación sobre los arbustos. I: Tallo. J: florescencia parcial. K: rama basal con raíces adventicias. Abreviaturas: epi, epicótilo; cot, cotiledones; hip, hipocótilo; EP, eje primario.

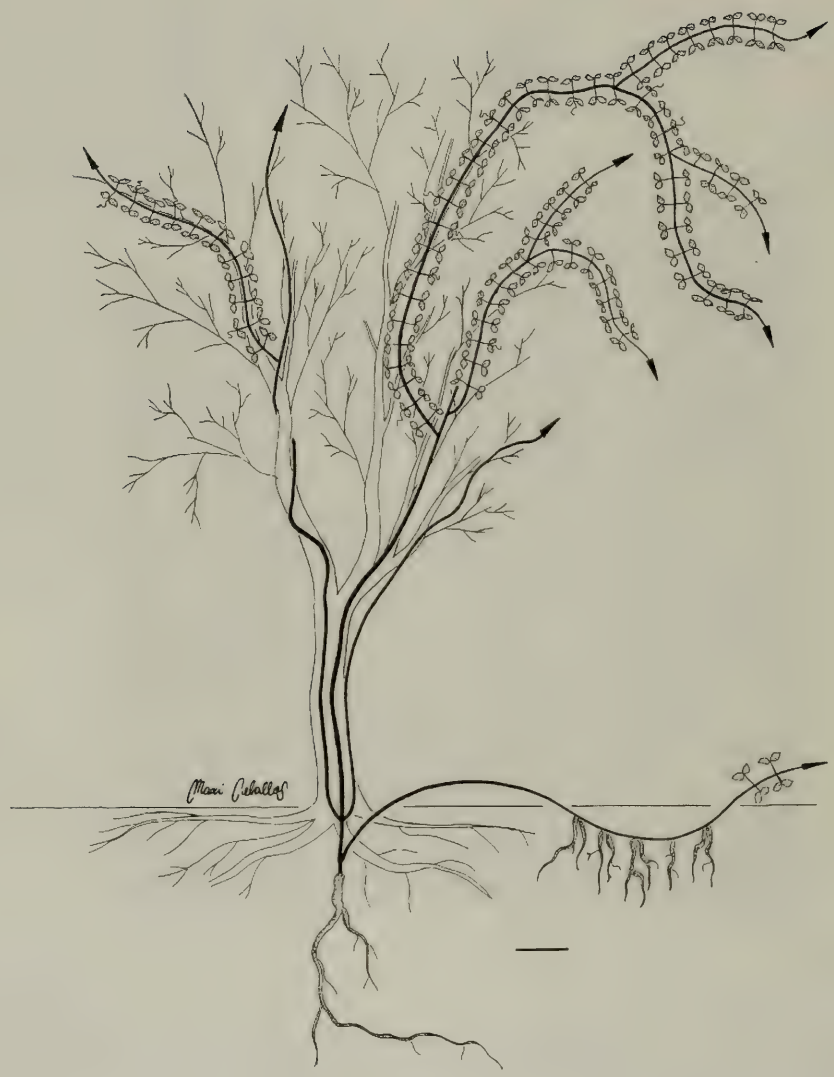


FIG. 2. *D. cynanchoides*. Esquema de la forma de crecimiento. La escala equivale a 13 cm.

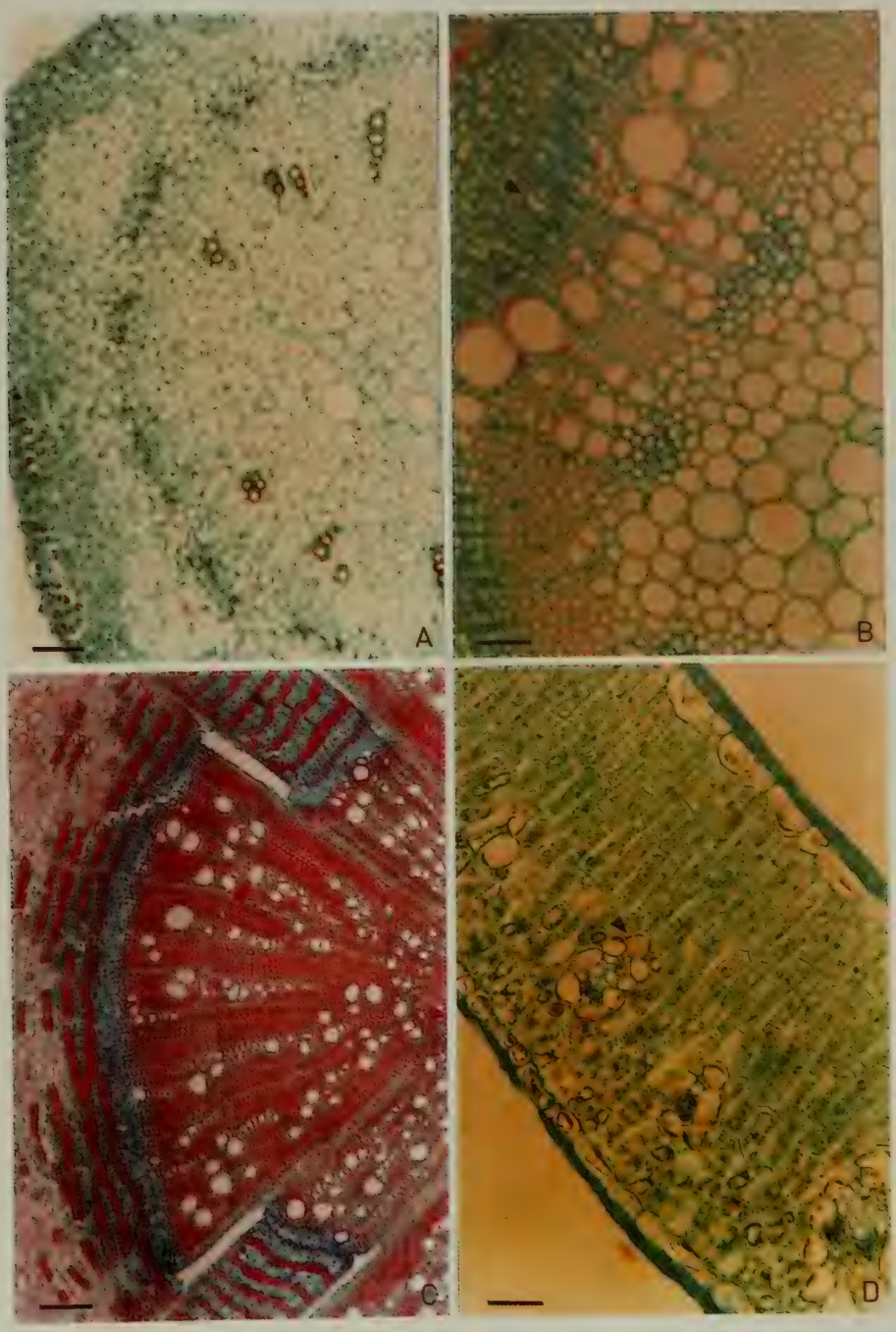



Fig. 3. *D. cynanchoides*. Tallo. A: Estructura primaria. B: Estructura secundaria (octavo entrenudo). La flecha indica la zona de mayor diferenciación de floema. C: Estadio posterior del crecimiento secundario, donde se observan 2 de las 4 cuñas de floema. D: Transcorte a nivel de un folíolo. Aumentos: la escala vale 25 mm para A, B y 50 mm para C, D.

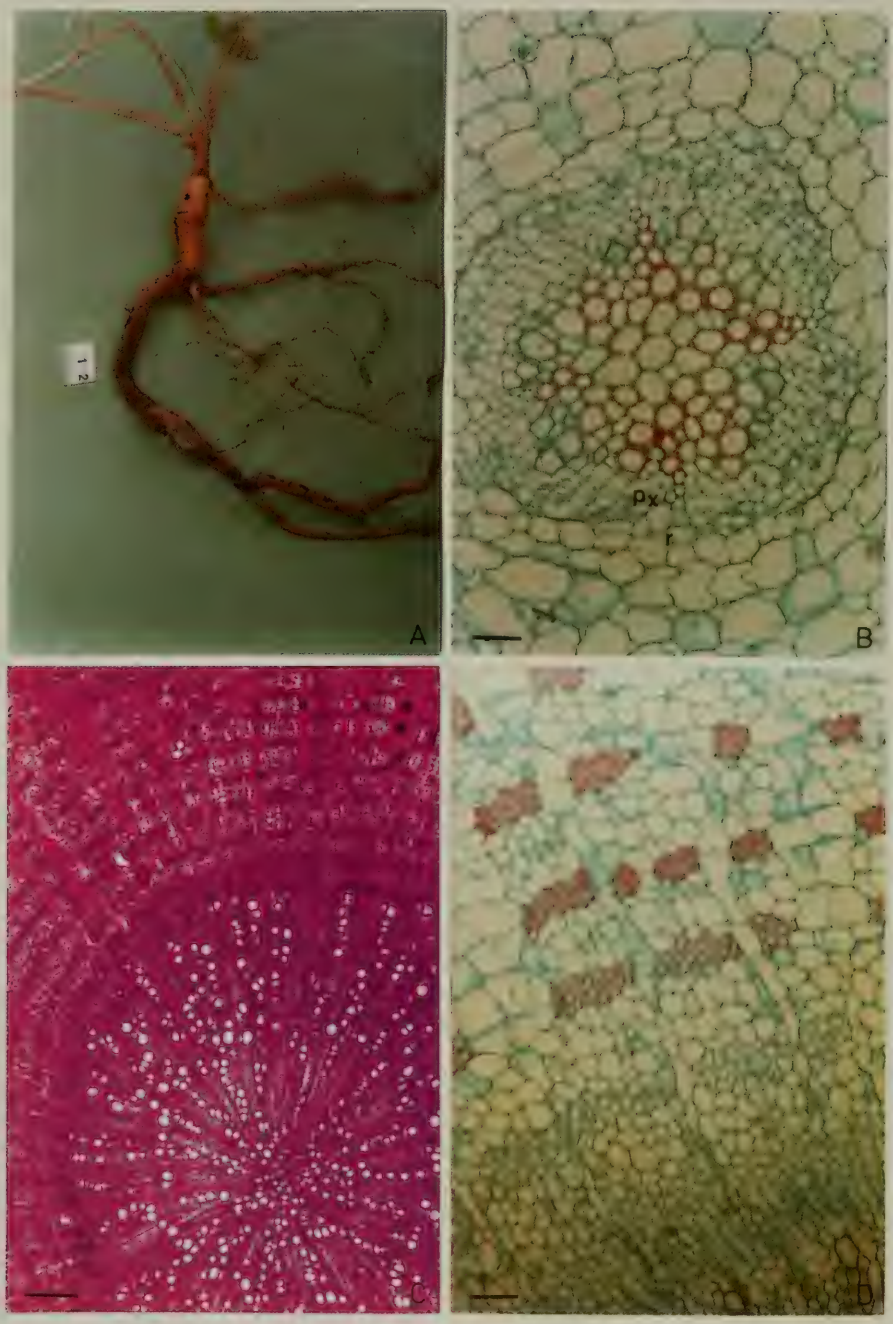



FIG. 4. *D. cynanchoides*. Raíz. A: Sistema alorrizo (ejemplar de dos años). B: Raíz tetrarca, origen de los 4 radios frente a los polos del xilema. C: Estructura secundaria. D: detalle de un sector de floema mostrando la alternancia de fibras, parénquima y elementos conductores. Aumentos: la escala vale 25 mm para B, D y 50 mm para C. Abreviaturas: Px, protoxilema; r, radio.

Tabla 1. Medida de los entrenudos de la planta de *Dolichandra cynanchoides*. Los valores indican la media, el rango entre paréntesis y el número de muestras estudiadas (n)

| Variables | Longitud de entrenudos (cm) | | |
|---|---|---|---|
| | 1ro y 2do | 3ro al 6to | Restantes |
| Sector del eje con eofilos | 0,33 (0,3 – 0,5) n=10 | 4,5 (3 – 5) n=10 | |
| Sector del eje con nomofilos | | | 5 (4 – 6) n=10 |

Fecha de publicación: 30 de mayo de 2002

# FE DE ERRATAS

Corrigenda a Gayana 57(2). 2001.

Pág. 172: En *Olsynium scirpoideum* (Poepp.) Golblatt subsp. *scirpoideum* debe decir: Endémica: se encuentra en las regiones II a IX.

## *REGLAMENTO DE PUBLICACION DE LA REVISTA GAYANA BOTANICA*

La Revista Gayana Botánica, dedicada al naturalista francés Claudio Gay, es el órgano oficial de Ediciones de la Universidad de Concepción y de la Sociedad Botánica de Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en las áreas de la botánica. Su aparición es periódica de un volumen anual compuesto por dos números. La revista recibe trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, elaborados según las normas del presente Reglamento; la recepción es permanente. Acepta trabajos escritos en español e inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al editor. No se aceptarán trabajos (fitoquímicos, ecológicos, citológicos, etc.) que no estén respaldados por materiales depositados en herbarios estatales o institucionales de fácil acceso a la comunidad científica. Gayana Botánica recibe además libros para ser comentados, comunicaciones de eventos científicos y obituarios, publicados sin costo, luego de ser aceptados por el Comité Editor. Los trabajos deberán ser entregados en un original y dos copias, con las páginas numeradas, incluyendo lecturas de figuras, tablas, fotos y otros textos adicionales. También deberá entregarse un disco de computador con el texto completo, formateado para computadores convencionales. Los manuscritos se enviarán a pares para su evaluación; el editor de la revista, asesorado por el Comité Asesor Técnico, se reserva el derecho de rechazar un trabajo.

### Títulos y autores

El título principal debe ir todo escrito en mayúsculas en castellano y en inglés, sin subrayar, y debe expresar el contenido real del trabajo. Los nombres de los autores deben escribirse en mayúsculas y minúsculas. A continuación se colocará el lugar de trabajo y dirección del o los autores.

### Texto

En la presentación del texto se aconseja seguir el siguiente orden: RESUMEN, ABSTRACT, PALABRAS CLAVES, KEYWORDS, INTRODUCCION, MATERIALES Y METODOS, RESULTADOS, DISCUSION Y CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS y BIBLIOGRAFIA. Si por alguna circunstancia especial el trabajo debe ser publicado en forma diferente al orden anterior, el autor deberá exponer su petición al director. Los nombres científicos y las locuciones latinas serán las únicas que irán en *cursiva* en el texto. La primera vez que se cita un taxón de nivel específico o inferior, deberá hacerse con su nombre científico completo, incluyendo autor; las abreviaturas de los nombres de los autores se harán de acuerdo a las propuestas por R.K. Brummitt y C.E. Powell (eds.), Authors of plants names. Kew. 1992. Los párrafos se escribirán sin sangría y un espacio entre un párrafo y otro. En lo posible evitar las palabras subrayadas, si es necesario destacar algo utilizar **negrita**. Los nombres científicos cuando encabezan un párrafo irán en ***negrita cursiva.*** Las medidas se expresarán en unidades del sistema métrico, separando los decimales con coma (0,5) o con punto (0.5) si el texto es en inglés. Las citas en el texto deben incluir nombre del autor y año, sin coma entre autor y año (ejemplo: Smith 1952); si hay más de una fecha se separarán con comas (ejemplo: Smith 1952, 1956, 1960). Si hay dos autores se citarán separados por & (ejemplo: Gómez & Sandoval 1945). Si hay más de dos autores, sólo se citará el primero seguido de la expresión *et al.* (ejemplo: Stuessy *et al.* 1991). Si hay varios trabajos de un autor(es) en un mismo año, se citará con una letra en secuencia adosada al año (ejemplo: 1952a, 1952b, 1954). La BIBLIOGRAFIA incluirá sólo las referencias citadas en el texto, ordenadas alfabéticamente por el apellido del primer autor, sin número que lo anteceda y sin sangría. Los nombres de los autores se escribirán en minúsculas, colocando un punto antes y después del año de publicación (ejemplo: SMITH, J.G. & A.K. COLLINS. 1983.). Las abreviaturas de títulos de revistas se escribirán de acuerdo al B-P-H y B-P-H/S (Botanico-Periodicum-Huntianum y Botanico-Periodicum-Huntianum/Suplementum). Para las referencias que son volúmenes siga los siguientes ejemplos: Revista Biol. Mar. 4(1): 284-295; Taxon 23:148-170. Para las abreviaturas de títulos de libros se recomienda usar las propuestas en Taxonomic Literature (Stafleu & Cowan 1976-1988).

### Estudios taxonómicos

La nomenclatura se regirá por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. La cita bibliográfica de los taxa y su sinonimia deberá escribirse así: *Lapageria rosea* Ruiz et Pav., Fl. Peruv. Chil. 3: 65. 1802. *Lobelia bridgesii* Hook. et Arn., J. Bot. (Hooker) 1: 278. 1834. En los nombres científicos, los nombres de autores con iniciales se escribirán sin espacio entre las iniciales y el apellido (ejemplo: I.M.Johnst.). Las claves se confeccionarán siguiendo el tipo indentado. En el MATERIAL ESTUDIADO de los taxa se sugiere el orden siguiente en la mención de los datos: País (en mayúscula); Región; Provincia (Prov.); localidad; fecha; apellido del colector y número; sigla del herbario donde está depositado el material (en mayúscula y entre paréntesis). Ejemplo: CHILE, III Región, Prov. Huasco, camino de Vallenar a San Félix, km 45, 1.280 m. 24-VII-1984. PEREZ & ROJAS 693 (CONC);... Si la cantidad de especies tratadas es considerable, al final del texto deberá incluirse un índice de nombres científicos y un índice de colectores.

## Figuras

Los dibujos y fotografías se numerarán en orden correlativo con números árabes. Los dibujos deben ser de alto contraste, con líneas de grosor apropiado para las reducciones y llevar una escala de comparación para la determinación del aumento. Las fotografías serán en blanco y negro o en color, brillantes, de grano fino y buen contraste y deben ser acompañadas de una escala de comparación para la determinación del aumento. La inclusión de fotografías y dibujos en color se consultará previamente al editor de la revista. No se aceptarán fotografías y dibujos agrupados en la misma lámina. Las fotografías deben ser recortadas tratando de eliminar espacios superfluos y montadas en cartulina blanca, separadas por 2-3 mm cuando se disponen en grupos. Las láminas originales no deberán tener más del doble del tamaño de impresión incluido el texto explicativo y deben ser proporcionales al espacio de la página (145 x 210 mm). Se recomienda considerar las reducciones para los efectos de obtener los números de figuras de similar tamaño dentro del trabajo. En el reverso de las láminas originales anote el nombre del autor, título del trabajo y número de figuras. En la copia impresa el autor indicará en forma clara y manuscrita la ubicación aproximada de las figuras. Al término del trabajo se agregarán en forma secuencial las explicaciones de cada una de las figuras.

## Tablas

Las tablas se numerarán en orden correlativo con números romanos y llevarán un título descriptivo en la parte superior. Reducir al mínimo el uso de tablas o cuadros complicados y difíciles de componer.

## Nota

Los manuscritos que no cumplan con esta reglamentación serán devueltos a los autores antes de incorporarlos al proceso de revisión. El valor de la publicación es de US$ 20,00 por página con láminas en blanco y negro y de US$ 35,00 por página con láminas en color. El autor recibirá 50 separatas de su trabajo. El director de la revista considerará la exención total o parcial del valor de publicación para trabajos no originados en proyectos de investigación.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01111 1580

ISSN 0016-5301

# GAYANA BOTANICA®

VOLUMEN 58 NUMERO 2 2001

## CONTENIDO/CONTENTS

### ARTICULOS / ARTICLES

MERCADO, L. M. Nuevos registros de algas (clases Chlorophyceae y Bacillariophyceae) de seis sistemas lóticos pampeanos de Argentina ..... 103
New algae records (Chlorophyceae and Bacillariophyceae classes) from six pampean lotic systems of Argentina.

BADANO, E. & B. O. SCHLUMPBERGER. Sistema de cruzamiento y estimaciones en la eficiencia de polinización sobre *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en dos poblaciones del noroeste Argentino ..... 115
Breeding system and estimation of the pollination efficiency on *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) in two populations from northwest Argentina

MARTÍNEZ, A. E.; V. M. CHIOCCHIO & A. M. GODEAS. Hyphomycetes celulolíticos en suelos de bosques de *Nothofagus*, Tierra del Fuego ..... 123
Cellulolytic hyphomycetes on soil of *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego

BAEZA, C. M.; G. KOTTIRSCH, J. ESPEJO & R. REINOSO. Recuentos cromosómicos en plantas que crecen en Chile. I. ..... 133
Chromosomes report from plants are growing in Chile. I.

LE-QUESNE, C. & L. SANDOVAL. Extensión del límite sur para *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser 139
New southern limit for *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser

VENEDIKIAN, N.; S. M. BONAVENTURA & A. M. GODEAS. Estudio de las comunidades fúngicas de la filosfera de *Pinus taeda* L. (*Pinaceae*) I. Variación estacional ..... 143
Studies of the fungal communities of the phyllosphere of *Pinus taeda* L. (*Pinaceae*) I. Seasonal variation

GROSSO, M. & T. KRAUS. Forma de crecimiento y caracteres adaptativos de *Dolichandra cynanchoides* Cham. (Bignoniaceae) ..... 153
Growth form and adaptive characters of *Dolichandra cynanchoides* Cham. (Bignoniaceae)

Adress:

COMITÉ DE PUBLICACIÓN
REVISTA GAYANA
CASILLA 160-C
CONCEPCIÓN, CHILE
E-mail: gayana@udec.cl

EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCION